

PCT



## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)

[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 T-338PCT	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP98/04341	国際出願日 (日.月.年) 28.09.98	優先日 (日.月.年)
出願人(氏名又は名称) 株式会社東芝		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>6</sup> H04L12/437

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>6</sup> H04L12/437

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1998年  
日本国公開実用新案公報 1971-1998年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 5-268234, A (日本電信電話株式会社), 15. 10月. 1993 (15. 10. 93), &US5469428, A, &EP, 506396, A2	1-4, 6-14, 16-20
Y	JP, 5-268234, A (日本電信電話株式会社), 15. 10月. 1993 (15. 10. 93), &US5469428, A, &EP, 506396, A2	5, 15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 12. 98

国際調査報告の発送日

22.12.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

野元 久道

5 K

9184

電話番号 03-3581-1101 内線 3558

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 8-23342, A (日本電気株式会社), 23. 1月. 1996 (23. 01. 96)	5, 15
A	J P, 4-14935, A (富士通株式会社), 20. 1月. 1992 (20. 01. 92), &US5307353, A, &EP, 456206, A	1-20

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

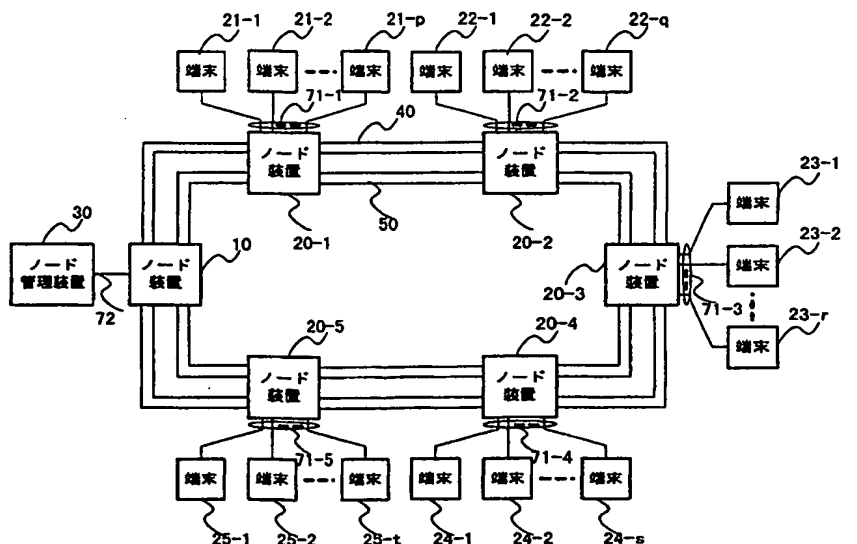
(51) 国際特許分類 H04L 12/437	A1	(11) 国際公開番号 WO00/19667  (43) 国際公開日 2000年4月6日(06.04.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/04341  (22) 国際出願日 1998年9月28日(28.09.98)  (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 東芝(KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA)[JP/JP] 〒210-8572 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 Kanagawa, (JP) (71) 出願人 (日本についてのみ) 東芝コミュニケーションテクノロジー株式会社 (TOSHIBA COMMUNICATION TECHNOLOGY CORPORATION)[JP/JP] 〒191-0065 東京都日野市旭が丘3丁目1番地の21 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 鈴木宗之(SUZUKI, Muneyuki)[JP/JP] 〒206-0823 東京都稲城市平尾3-7-5 平尾住宅58-509 Tokyo, (JP) 永井浩樹(NAGAI, Hiroki)[JP/JP] 〒183-0043 東京都府中市東芝町2-1 クレアーレ東芝府中E631 Tokyo, (JP) 野上和男(NOGAMI, Kazuo)[JP/JP] 〒229-1104 神奈川県相模原市東橋本1-17-1-515 Kanagawa, (JP)	国京知雄(KUNIKYO, Tomoo)[JP/JP] 〒146-0085 東京都大田区久が原6-1-19 Tokyo, (JP) 国宗正則(KUNIMUNE, Masanori)[JP/JP] 〒191-0033 東京都日野市百草999-153-703 Tokyo, (JP) (74) 代理人 弁理士 木村高久(KIMURA, Takahisa) 〒104-0043 東京都中央区湊1丁目8番11号 千代ビル6階 Tokyo, (JP)  (81) 指定国 CA, CN, JP, US  添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR DETECTING FAILURE OF RING NETWORK

(54) 発明の名称 リングネットワークの障害検知方法および装置

(57) Abstract

A pair of transmission lines (14), (15), one for a current system and the other a standby system, pass through child stations (12) in opposite directions from/to a parent station (11). Each child station (12) has a switch for connecting the current system transmission line (14) to the standby system transmission line (15) based on control information from the parent station (11) to form a small loop passing through the parent station (11). A failed part is found by circulating a test cell from the parent station (11) through the small loop, and then the child stations (12) adjacent to the failed part are controlled to form a turn-back loop to maintain the communication. After being recovered from the failure, the turn-back loop is canceled based on control information from the parent station (11), and the system including the recovered child station (12) is recovered to the initial one.



10 ... NODE	30 ... NODE MANAGEMENT UNIT	22-q ... TERMINAL	24-2 ... TERMINAL
20-1 ... NODE	21-1 ... TERMINAL	23-1 ... TERMINAL	24-s ... TERMINAL
20-2 ... NODE	21-2 ... TERMINAL	23-2 ... TERMINAL	25-1 ... TERMINAL
20-3 ... NODE	21-p ... TERMINAL	23-r ... TERMINAL	25-2 ... TERMINAL
20-4 ... NODE	22-1 ... TERMINAL	24-1 ... TERMINAL	
20-5 ... NODE	22-2 ... TERMINAL		

(57)要約

親局 1 1 を始端及び終端として互いに逆方向に各子局 1 2 を通る一対の伝送路を設け、一方を現用系伝送路 1 4、他方を待機系伝送路 1 5 として用いる。各子局 1 2 は、親局 1 1 からの制御情報により現用系伝送路 1 4 と待機系伝送路 1 5 間を接続し、親局 1 1 との間に小ループを形成可能なスイッチを有する。親局 1 1 から小ループを通じてテストセルを環流させることで障害箇所を認識し、その後は、該障害箇所の隣接子局 1 2 を制御して折り返しループを形成し通信を維持する。障害復旧後、親局 1 1 からの制御情報により折り返しループを解除し、障害復旧子局 1 2 も含むシステム初期構成に復帰する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TD	チャード
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GN	ギニア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサオ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HR	クロアチア			TR	トルコ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MW	マラウイ	US	米国
CM	カメルーン	IN	インド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CZ	チェコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		



## 明 細 書

## リングネットワークの障害検知方法および装置

## 技術分野

この発明は、複数のノード装置を伝送路によってループ接続し、該伝送路にパスを設定することにより通信を行なうリングネットワークの障害検知方法および装置に関し、詳しくは、複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第1の伝送路および第2の伝送路によって2重にループ接続することによって障害発生個所を自動的に特定することができるようにして、障害発生時における通信の復旧を迅速に行うことができるようにしたリングネットワークの障害検知方法および装置に関する。

## 背景技術

複数のノード装置を伝送路によってループ接続し、該伝送路にパスを設定することにより通信を行なうリングネットワークを用いた通信システムとしては、例えば、鉄道管理システム、下水道管理システム、飛行場管理システム、河川管理システム、地下鉄管理システムなどが知られている。

鉄道管理システムでは、管理センタが管理区間内に存在し、管理区間には監視カメラや列車感知センサなどが線路に沿って配置され、これら監視カメラあるいは列車感知センサからの情報が管理センタに集められている。また、信号機等の列車制御情報報知手段もやはり線路に沿って配置されている。

管理センタには隣接管理区間からの事故等の情報も集められ、それらの情報と当該管理区間の情報を使用して各種の判断がなされ、その判断結果に基づき、信号機等を用いて列車の運行制御等の鉄道の管理が行われる。

この種の従来の鉄道管理システムは、図21に示すような装置及び伝送路により構成されていた。同図において、20-1～20-5は管理区間毎に設けられる管理センタとしてのノード装置（以下、子局という）であり、21-1～21-p、22-1～22-q、23-1～23-r、24-1～24-s、25-

1～25- $\mu$ は各管理区間内にある監視カメラや列車感知センサ、あるいは信号機等の列車制御情報報知手段としてのローカル通信装置（以下、端末という）であり、10はノード管理装置30が接続され、上記子局20-1～20-5および端末21-1～25- $\mu$ を管理しているノード装置（以下、親局という）である。

これら親局10、子局20-1～20-5は、例えば光ケーブルを用いた伝送路400によりループ状に接続され、親局10を始端にデータを送信し、子局20-1～20-5が該データを受信し、下流の子局20-1～20-5または親局11に伝送する構成となっている。そして、同図からも分かるように、この種の従来システムは、親局10を始点としかつ終端として一方向にデータを送信する単一のループ回路構成が一般的であった。

ところで、今日、ATM (Asynchronous Transfer Mode : 非同期転送モード) 交換方式の実用化に向けた開発が急速に進んできており、このATM技術を上述したような通信システムに応用することで、ATMのメリットを活かした柔軟性のあるシステムの構築が可能になってきている。

上述した鉄道管理システムを、ATM交換スイッチの機能で構成した場合、端末21-1～25- $\mu$ により得られた情報（例えば、監視カメラによる列車走行状況映像画、列車感知センサの検知出力等）を子局20-1～20-5に伝送し、子局20-1～20-5では上記検出情報を下流の子局20-1～20-5に伝送路400を通じて伝送し、かかる動作を各子局20-1～20-5で順次行うことにより上記検出情報を親局10まで伝送し、更に、親局10は各子局20-1～20-5から送られてくるそれぞれの検出情報を取得して処理し、再び伝送路400を介して各子局20-1～20-5に制御情報を与え、各子局20-1～20-5がその制御情報（例えば、信号機の点灯制御等に用いる情報）を端末21-1～25- $\mu$ に提供する、といった通信制御が可能になる。

また、ATM交換スイッチを採用した場合によれば、端末21-1～25- $\mu$ の情報（監視カメラや列車感知センサの検知出力、信号機の点灯制御情報等）は、伝送路14の同一ネットワークで形成することができ、一つの情報内容をセル

(Cell : 情報) の内容により、多数の宛先に送信することができる。

以上に述べた運用管理に於いて、システム異常が発生した場合、システム運用が不可能になる。これは、図 2 1 に示す如く、この種の従来システムでは、親局 1 0 を始点としかつ終端として一方向にデータを送信する単一のループ回路構成を採用していることに他ならない。

すなわち、かかる構成によれば、例えば、ある 1 箇所の子局 2 0 - 1 ~ 2 0 - 5 または伝送路 (光ケーブル) 4 0 0 に故障あるいは断線等の障害が発生すると、障害が発生した子局 2 0 - 1 ~ 2 0 - 5 の情報及び端末 2 1 - 1 ~ 2 5 - m の情報どころか、全ての情報を親局 1 0 が取得することができず、システム運用が停止することになった。

また、修理を行うにしてもどの地域で異常が発生したかを検出できず、システムを始端からたどって順次終端まで調査しなければならないことから、システム機能の停止時間が長くなり、安全運行が最優先される鉄道管理システムでこのような事態が発生するとパニック状態になり兼ねなかった。

このように、この種の従来システムでは、親局を始点としかつ終端として一方向にデータを送信する単一のループ回路構成を採用していたため、例えば n 番目の子局または (n - 1) 番目と n 番目の子局を接続している伝送路で障害が発生した場合、親局からの情報は (n - 1) 番目の子局までは伝えることはできるが、それぞれの子局の情報を親局に伝えることはできなくなり、システム機能が停止せざるを得なかった。

また、システム機能停止後は、障害箇所を特定して速やかに復旧処理する必要があるが、上記従来 of システム構成では、障害箇所の特定がシステム自身では行えず、保守者の探索によって対処するため、システムの機能停止の長期化を免れなかった。

また、子局の点検及び増設時にもシステム機能は停止しなければならず、柔軟性に乏しかった。

この点の対策として、従来から、2 重ループ化した構成のループ LAN も知られていたが、殆どが伝送路 (光ケーブル) のみの 2 重化で対処しており、物理部

分が1重に止まっていたことから、故障情報の検出と通知に柔軟に対応できなかった。

また、ループ切り換えのための専用の回路を必要とするうえ、この回路は子局の分岐／挿入の切り換え機能との共用性は一切なかった。

## 発明の開示

そこで、この発明は、複数のノード装置を伝送路によってループ接続したリングネットワークにおける障害発生個所を自動的に特定することができるようにして、障害発生時における通信の復旧を迅速に行うことができるようにしたリングネットワークの障害検知方法および装置を提供することを目的とする。

また、この発明は、子局や伝送路での障害発生時、親局の管理下でその障害箇所を認識して伝送路を再構築することにより通信を維持できると共に、障害箇所復旧後はシステムの初期構成に自動的かつ速やかに復帰でき、更には上記機能を利用して子局の点検や増設にもシステムの機能を停止させることなく対処でき、通信機能の信頼性が高くかつシステム変更にも柔軟に対応可能な通信システムを提供することを目的とする。

上記目的を達成するため、請求項1の発明は、複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第1の伝送路および第2の伝送路によって2重にループ接続し、該伝送路にバスを設定することにより通信を行なうリングネットワークの障害検知方法であって、前記複数のノード装置の内の1つのノード装置を親局として設定するとともに他のノード装置を子局として設定し、前記親局から前記子局のそれぞれに対して前記第1の伝送路を用いて障害監視用情報を送信し、各子局は前記第1の伝送路により前記障害監視用情報を受信すると、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第2の伝送路を用いて前記親局に返送し、前記親局は、各子局でループバックされた前記障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき前記リングネットワークの障害個所を特定することを特徴とする。

また、請求項2の発明は請求項1の発明において、前記第1の伝送路は、前記ノード装置間の通信のための現用系の伝送路として用いられ、前記第2の伝送路

は、前記ノード装置間の通信のための待機系の伝送路として用いられることを特徴とする。

また、請求項 3 の発明は、請求項 1 の発明において、前記ノード装置は、複数の個所に分散配置され、それぞれ 1 または複数のローカル通信端末を収容することを特徴とする。

また、請求項 4 の発明は、請求項 1 の発明において、前記ノード装置は、それぞれ A T M スイッチを有し、前記障害監視用情報は、固定長の A T M セルからなり、前記障害監視用情報の送信および返送は、前記 A T M スイッチを介するパスの設定により行なわれることを特徴とする。

また、請求項 5 の発明は、請求項 1 の発明において、前記障害監視用情報は、前記親局から各子局に対して定期的に送信されることを特徴とする。

また、請求項 6 の発明は、請求項 1 の発明において、前記親局は、前記障害監視用情報を前記第 1 の伝送路を用いて送信するとともに、前記第 2 の伝送路を用いて送信し、各子局は前記障害監視用情報を前記第 1 の伝送路から受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 2 の伝送路を用いて前記親局に返送し、前記第 2 の伝送路から受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 1 の伝送路を用いて前記親局に返送することを特徴とする。

また、請求項 7 の発明は、請求項 1 の発明において、各子局は、隣接する子局若しくは親局に対して前記第 1 の伝送路若しくは前記第 2 の伝送路を用いて障害監視用情報を送信し、該障害監視用情報受信した前記隣接する子局若しくは親局は、ループバックして該障害監視用情報を、該障害監視用情報を送信した子局に返送し、前記障害監視用情報を送信した子局は、前記隣接する子局若しくは親局から該障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき障害を個別に検知することを特徴とする。

また、請求項 8 の発明は、請求項 1 の発明において、前記親局は、前記リングネットワークの障害個所の特定により、該特定した障害個所を迂回するようにパスの張替えを行なうことにより通信を復旧させることを特徴とする。

また、請求項 9 の発明は、複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第 1 の伝送路および第 2 の伝送路によって 2 重にループ接続し、該伝送路にパスを設定することにより通信を行なうリングネットワークの障害検知方法であって、前記複数のノード装置の内の 1 つのノード装置を親局として設定するとともに他のノード装置を子局として設定し、前記親局から前記子局のそれぞれに対して障害監視用情報を前記第 1 の伝送路および前記第 2 の伝送路を用いて送信し、各子局は前記障害監視用情報を前記第 1 の伝送路から受信すると、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 2 の伝送路を用いて前記親局に返送し、前記第 2 の伝送路から受信すると、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 1 の伝送路を用いて前記親局に返送し、前記親局は、各子局から前記障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき前記リングネットワークの障害箇所を特定することを特徴とする。

また、請求項 10 の発明は、複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第 1 の伝送路および第 2 の伝送路によって 2 重にループ接続し、該伝送路にパスを設定することにより通信を行なうリングネットワークの障害検知方法であって、前記ノード装置は、隣接するノード装置に対して前記第 1 の伝送路若しくは前記第 2 の伝送路を用いて障害監視用情報を送信し、該障害監視用情報受信した前記隣接するノード装置は、該障害監視用情報を、ループバックして該障害監視用情報を送信したノード装置に返送し、前記障害監視用情報を送信したノード装置は、前記隣接するノード装置から該障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき障害を個別に検知することを特徴とする。

また、請求項 11 の発明は、複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第 1 の伝送路および第 2 の伝送路によって 2 重にループ接続し、該伝送路にパスを設定することにより通信を行なうリングネットワークの障害検知装置であって、前記複数のノード装置の内の 1 つのノード装置を親局として設定するとともに他のノード装置を子局として設定し、前記親局は、前記子局のそれぞれに対して前記第 1 の伝送路を用いて障害監視用情報を送信する障害監視用情報手段と、各子局からの前記障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき前記リングネット

ワークの障害個所を特定する障害個所特定手段とを具備し、前記子局は、前記第 1 の伝送路により前記障害監視用情報を受信すると、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 2 の伝送路を用いて前記親局に返送する障害監視用情報返送手段を具備することを特徴とする。

また、請求項 1 2 の発明は、請求項 1 1 の発明において、前記第 1 の伝送路は、前記ノード装置間の通信のための現用系の伝送路として用いられ、前記第 2 の伝送路は、前記ノード装置間の通信のための待機系の伝送路として用いられることを特徴とする。

また、請求項 1 3 の発明は、請求項 1 1 の発明において、前記ノード装置は、複数の個所に分散配置され、それぞれ 1 または複数のローカル通信端末を収容することを特徴とする。

また、請求項 1 4 の発明は、請求項 1 1 の発明において、前記ノード装置は、それぞれ A T M スイッチを有し、前記障害監視用情報は、固定長の A T M セルからなり、前記障害監視用情報の送信および返送は、前記 A T M スイッチを介するパスの設定により行なわれることを特徴とする。

また、請求項 1 5 の発明は、請求項 1 1 の発明において、前記障害監視用情報手段は、前記障害監視用情報を各子局に対して定期的に送信することを特徴とする。

また、請求項 1 6 の発明は、請求項 1 1 の発明において、前記障害監視用情報手段は、前記障害監視用情報を前記第 1 の伝送路を用いて送信するとともに、前記第 2 の伝送路を用いて送信し、前記障害監視用情報返送手段は、前記障害監視用情報を前記第 1 の伝送路から受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 2 の伝送路を用いて前記親局に返送し、前記第 2 の伝送路から受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 1 の伝送路を用いて前記親局に返送することを特徴とする。

また、請求項 1 7 の発明は、請求項 1 1 の発明において、前記子局は、該子局に隣接する他の子局若しくは親局に対して前記第 1 の伝送路若しくは前記第 2 の伝送路を用いて障害監視用情報を個別に送信する個別障害監視用情報送信手段と、

前記隣接する子局若しくは親局から該障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき障害を検知する障害検知手段とを更に具備し、前記隣接する子局若しくは親局は、該受信した前記該障害監視用情報を、該障害監視用情報を送信した子局に返送する個別障害監視用情報返送手段を更に具備することを特徴とする。

また、請求項 18 の発明は、請求項 11 の発明において、前記親局は、前記障害箇所特定手段により特定された前記リングネットワークの障害箇所を迂回するようにバスの自動張替えを行なうことにより通信を復旧させる通信復旧手段を更に具備することを特徴とする。

また、請求項 19 の発明は、複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第 1 の伝送路および第 2 の伝送路によって 2 重にループ接続し、該伝送路にバスを設定することにより通信を行なうリングネットワークの障害検知装置であって、前記複数のノード装置の内の 1 つのノード装置を親局として設定するとともに他のノード装置を子局として設定し、前記親局は、前記子局のそれぞれに対して障害監視用情報を前記第 1 の伝送路および前記第 2 の伝送路を用いて送信する障害監視用情報送信手段と、前記子局から前記障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき前記リングネットワークの障害箇所を特定する障害箇所特定手段とを具備し、前記子局は、前記障害監視用情報を前記第 1 の伝送路から受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 2 の伝送路を用いて前記親局に返送し、前記第 2 の伝送路から受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 1 の伝送路を用いて前記親局に返送する障害監視用情報返送手段とを具備するとを特徴とする。

また、請求項 20 の発明は、複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第 1 の伝送路および第 2 の伝送路によって 2 重にループ接続し、該伝送路にバスを設定することにより通信を行なうリングネットワークの障害検知装置であって、各ノード装置は、隣接する他のノード装置に対して前記第 1 の伝送路若しくは前記第 2 の伝送路を用いて障害監視用情報を送信する障害監視用情報送信手段と、前記他のノード装置から前記障害監視用情報受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして該他のノード装置に返送する障害監視用情報返送手段と、



前記隣接する他のノード装置から該障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき障害を検知する障害検知手段とをそれぞれ具備することを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、この発明に係わるリングネットワークの障害検知方法および装置を適用して構成した通信システムの一実施の形態のシステム構成図である。

図 2 は、図 1 に示した通信システムの親局の概略構成を示すブロック図である。

図 3 は、図 1 に示した通信システムの子局の概略構成を示すブロック図である。

図 4 は、図 1 に示した通信システムで採用される A T M セルの構成を示す図である。

図 5 は、入力 A T N セルに対応する A T M スイッチ部における切り換え態様の一例を示す図である。

図 6 は、入力 A T N セルに対応する A T M スイッチ部における切り換え態様の他の例を示す図である。

図 7 は、入力 A T N セルに対応する A T M スイッチ部における切り換え態様の更に他の例を示す図である。

図 8 は、入力 A T N セルに対応する A T M スイッチ部における切り換え態様の更に他の例を示す図である。

図 9 は、図 5 ～ 図 8 の各図に示した情報内容のセルが混在する場合の当該セルの受信子局における A T M スイッチ部におけるスイッチ選択及び該スイッチ選択後におけるセルの転送動作の概略を示した図である。

図 1 0 は、親局におけるテストセル送信による障害検知処理を示すフローチャートである。

図 1 1 は、テストセル送信による障害検知処理における子局の処理を示すフローチャートである。

図 1 2 は、テストセルの返送状態の具体例を示す図。

図 1 3 は、障害が発生した場合のテストセルの返送状態の具体例を示す図。

図 1 4 は、親局から現用系伝送路経由でテストセルを送信する処理と待機系伝

送路経由でテストセルを送信する処理とを組み合わせることで障害発生箇所を検出する親局の処理を示すフローチャートである。

図15は、親局から現用系伝送路経由でテストセルを送信する処理と待機系伝送路経由でテストセルを送信する処理とを組み合わせることで障害発生箇所を検出する親局の他の処理を示すフローチャートである。

図16は、親局による障害発生後のシステム再構成の具体例を説明する図。

図17は、障害発生の監視、障害発生後のシステムの再構成に関する別の実施の形態を示す図である。

図18は、この発明に係わるリングネットワークの障害検知方法および装置を適用して構成した通信システムの他の実施の形態のシステム構成図である。

図19は、ノード装置がその両端に接続されているノード装置との通信路を通信路監視用セルを使用して監視している様子を示す図である。

図20は、ノード装置の通信路に障害が発生した場合にその両端に接続されているノード装置でこれを検出する様子を示す図である。

図21は、従来の通信システムの構成を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、この発明の一実施の形態について添付図面を参照して詳細に説明する。

図1は、この発明に係わるリングネットワークの障害検知方法および装置を適用して構成した通信システムの一実施の形態のシステム構成図である。

図1において、この通信システムは、1または複数のローカル通信装置（端末21-1～25-t）を収容した複数のノード装置（ノード装置20-1～20-5）センタ装置（ノード装置10）を起点にループ状の伝送路（伝送路40および50）により接続して構成される。この通信システムは、例えば、鉄道管理システムへの適用例であり、特に、上記ノード装置10およびノード装置20-1～20-5にATM交換機を用いたシステム構成例を示している。

図1において、装置関連の構成としては、ノード管理装置30が接続され、システムの情報処理及びシステム全体の運用管理を行うノード装置10（親局）、

複数の箇所に分散される複数のノード装置（子局）20-1～20-5、子局20-1～20-5のそれぞれに接続される1または複数の端末21-1～25-tが設けられる。

このうち、親局10及び各子局20-1～20-5は、上述の如く、ATM交換機を用いたものであり、後に詳述するように、それぞれATMスイッチを内蔵している。

また、通信路関連の構成としては、それぞれが親局10に始端及び終端があり、時計回りにデータ転送可能に接続された現用系伝送路40と、この現用系伝送路40と逆方向（反時計回り）に転送する待機系伝送路50が設けられる。これら伝送路40、50は例えば光ケーブルにより構成され、それぞれが各子局20-1～20-5を接続してループネットワークを構成する。また、71-1、71-2、71-3、71-4、71-5は、それぞれ子局20-1～20-5と端末21-1～25-tを接続する伝送路であり、72は、親局10とノード管理装置30を接続する伝送路である。

このように、この実施の形態の通信システムの伝送路は、少なくとも現用系と待機系の2系統で2重化され、伝送方向は必ず逆方向（例えば、現用系が、親局→子局1番→子局2番→…→子局n番→親局の伝送方向であれば、待機系は、親局→子局n番→…→子局2番→子局1番→親局の伝送方向）で、共に伝送路の始端及び終端は、親局10で接続された伝送路により構成される。また、親局10及び子局20-1～20-5は、送信部、受信部及びLOS/LOF（Loss Of Signal：信号断、Loss Of Frame：フレーム同期外れ）検出機能を持つ物理レイヤ終端装置を備えている。

子局20-1～20-5は、端末21-1～25-tからのセルと親局10あるいは上流の子局20-1～20-5からのATMセルを混在させて下流の親局10または子局20-1～20-5へ現用系伝送路40を通じて伝送し、あるいは待機系の伝送路を用いて上流の親局10または子局20-1～20-5に伝送するATMスイッチを備えている。

これらATMスイッチの切り換え制御は、後述する如く、親局10から送信さ

A T Mセルを送信する送信部 1 0 1 bを具備して構成され、上流からの現用系伝送路 4 0および上流への待機系伝送路 5 0を通じて送受信されるA T MセルをA T Mスイッチ部 1 0 3に接続する。また、この伝送路インタフェース 1 0 1は、上述したL O S / L O F検出機能を有している。

また、伝送路インタフェース 1 0 2は、下流への現用系伝送路 4 0および下流からの待機系伝送路 5 0に接続され、下流からの待機系伝送路 5 0により伝送されるA T Mセルを受信する受信部 1 0 2 aおよび下流への現用系伝送路 4 0へA T Mセルを送信する送信部 1 0 2 bを具備して構成され、下流への現用系伝送路 4 0および下流からの待機系伝送路 5 0を通じて送受信されるA T MセルをA T Mスイッチ部 1 0 3に接続する。また、この伝送路インタフェース 1 0 2は、上述したL O S / L O F検出機能を有している。

端末インタフェース部 1 0 4は、伝送路 7 2を経由してノード管理装置 3 0に接続され、ノード管理装置 3 0から送受信される信号をA T MセルとしてA T Mスイッチ部 1 0 3に接続する。

A T Mスイッチ部 1 0 3は、伝送路インタフェース 1 0 1を介して送受信されるA T Mセルおよび伝送路インタフェース 1 0 2を介して送受信されるA T Mセルおよび端末インタフェース部 1 0 4を介して送受信されるA T Mセルの交換接続を行う。

すなわち、A T Mスイッチ部 1 0 3は、A T Mセルのヘッダ部に格納される宛先情報、すなわち、V P I (Virtual Path Identifier : 仮想パス識別素子) およびV C I (Virtual Channel Identifier : 仮想チャンネル識別素子) からなる宛先情報V P I / V C Iに従って入力A T Mセルの出力先を決定し、この決定した出力先に該A T Mセルを出力するようにしてA T Mセルの交換接続を行う。

ここで、この親局 1 0で抽出するセルのV P I / V C Iを予め設定しておけば、該当セルが入力された場合に該セルをこの親局 1 0の制御部 1 0 5に取り込むことができる。

また、A T Mスイッチ部 1 0 3においては入力セルを所定の優先度に従ってスケジューリングして伝送路インタフェース 1 0 1、1 0 2に出力するように構成

A T Mセルを送信する送信部 1 0 1 bを具備して構成され、上流からの現用系伝送路 4 0および上流への待機系伝送路 5 0を通じて送受信されるA T MセルをA T Mスイッチ部 1 0 3に接続する。また、この伝送路インタフェース 1 0 1は、上述したL O S / L O F検出機能を有している。

また、伝送路インタフェース 1 0 2は、下流への現用系伝送路 4 0および下流からの待機系伝送路 5 0に接続され、下流からの待機系伝送路 5 0により伝送されるA T Mセルを受信する受信部 1 0 2 aおよび下流への現用系伝送路 4 0へA T Mセルを送信する送信部 1 0 2 bを具備して構成され、下流への現用系伝送路 4 0および下流からの待機系伝送路 5 0を通じて送受信されるA T MセルをA T Mスイッチ部 1 0 3に接続する。また、この伝送路インタフェース 1 0 2は、上述したL O S / L O F検出機能を有している。

端末インタフェース部 1 0 4は、伝送路 7 2を経由してノード管理装置 3 0に接続され、ノード管理装置 3 0から送受信される信号をA T MセルとしてA T Mスイッチ部 1 0 3に接続する。

A T Mスイッチ部 1 0 3は、伝送路インタフェース 1 0 1を介して送受信されるA T Mセルおよび伝送路インタフェース 1 0 2を介して送受信されるA T Mセルおよび端末インタフェース部 1 0 4を介して送受信されるA T Mセルの交換接続を行う。

すなわち、A T Mスイッチ部 1 0 3は、A T Mセルのヘッダ部に格納される宛先情報、すなわち、V P I (Virtual Path Identifier : 仮想パス識別素子) およびV C I (Virtual Channel Identifier : 仮想チャンネル識別素子) からなる宛先情報V P I / V C Iに従って入力A T Mセルの出力先を決定し、この決定した出力先に該A T Mセルを出力するようにしてA T Mセルの交換接続を行う。

ここで、この親局 1 0で抽出するセルのV P I / V C Iを予め設定しておけば、該当セルが入力された場合に該セルをこの親局 1 0の制御部 1 0 5に取り込むことができる。

また、A T Mスイッチ部 1 0 3においては入力セルを所定の優先度に従ってスケジューリングして伝送路インタフェース 1 0 1、1 0 2に出力するように構成

され、また、この親局 10 で任意のセルを挿入することができるように構成されている。

制御部 105 は、ATM スイッチ部 103 に接続され、この親局 10 の全体動作を統括制御するとともに、取り込んだセルの処理および ATM スイッチ部 103 における ATM セルの交換接続制御等を行う。

図 3 は、図 1 に示した子局 20-1 の概略構成を示すブロック図である。

図 3 において、子局 20-1 は、伝送路インタフェース 201、伝送路インタフェース 202、ATM スイッチ部 203、端末インタフェース部 204、制御部 205 を具備して構成される。

ここで、伝送路インタフェース 201 は、上流からの現用系伝送路 40 および上流への待機系伝送路 50 に接続され、上流からの現用系伝送路 40 により伝送される ATM セルを受信する受信部 201a および上流への待機系伝送路 50 へ ATM セルを送信する送信部 201b を具備して構成され、上流からの現用系伝送路 40 および上流への待機系伝送路 50 を通じて送受信される ATM セルを ATM スイッチ部 203 に接続する。また、この伝送路インタフェース 201 は、上述した LOS/LOF 検出機能を有している。

また、伝送路インタフェース 202 は、下流への現用系伝送路 40 および下流からの待機系伝送路 50 に接続され、下流からの待機系伝送路 50 により伝送される ATM セルを受信する受信部 202a および下流への現用系伝送路 40 へ ATM セルを送信する送信部 202b を具備して構成され、下流への現用系伝送路 40 および上流からの待機系伝送路 50 を通じて送受信される ATM セルを ATM スイッチ部 203 に接続する。また、この伝送路インタフェース 202 は、上述した LOS/LOF 検出機能を有している。

端末インタフェース部 204 は、伝送路 71-1 を経由して端末 21-1 ~ 21-p に接続され、端末 21-1 ~ 21-p から送受信される信号を ATM セルとして ATM スイッチ部 203 に接続する。

ATM スイッチ部 203 は、伝送路インタフェース 201 を介して送受信される ATM セルおよび伝送路インタフェース 202 を介して送受信される ATM セル

ルおよび端末インタフェース部 204 を介して送受信される ATM セルの交換接続を行う。

ここで、ATM スイッチ部 203 も ATM スイッチ部 103 と同様に、ATM セルのヘッダ部に格納される宛先情報 VPI/VCI に従って入力 ATM セルの出力先を決定し、この決定した出力先に該 ATM セルを出力するようにして ATM セルの交換接続を行う。

ここで、この子局 20-1 で抽出するセルの VPI/VCI を予め設定しておけば、該当セルが入力された場合に該セルをこの子局 20-1 の制御部 205 に取り込むことができる。

また、ATM スイッチ部 203 においても入力セルを所定の優先度に従ってスケジューリングして伝送路インタフェース 201、202 に出力するように構成され、また、この子局 20-1 で任意のセルを挿入することができるよう構成されている。

制御部 205 は、ATM スイッチ部 203 に接続され、この子局 20-1 の全体動作を統括制御するとともに、取り込んだセルの処理および ATM スイッチ部 203 における ATM セルの交換接続制御等を行う。

なお、図 3 においては、子局 20-1 の構成を示したが、他の子局 20-2 ~ 20-5 も図 3 に示した子局 20-1 の構成と同様に構成される。

次に、この通信システムの運用動作を順次説明する。例えば、鉄道管理システムでは、図 1 に示した端末 21-1 ~ 25-t として、監視カメラ、列車感知センサ、信号機等が線路に沿って配置され、これら各端末により走行状況等に関する各種情報が検出される。これら端末 21-1 ~ 25-t による検出情報は、伝送路 71-1 ~ 71-5 を通じて該当する各子局 20-1 ~ 20-5 に集められる。このように、各子局 20-1 ~ 20-5 は、複数の箇所に分散され、複数の地域のデータ収集をそれぞれに行っている。

各地域に分散された子局 20-1 ~ 20-5 における収集データは各地域毎の監視データとして、現用系伝送路 40 を通じ、下流の子局 20-1 ~ 20-5 を順次経由して親局 10 に集められる。親局 10 は、これら各子局 20-1 ~ 20

ー 5 から収集した情報を参照して列車の走行状況を判断し、それぞれの地域に対して隣接管理区間の事故情報や渋滞状態情報を現用系伝送路 4 0 を通じて各子局 2 0 - 1 ~ 2 0 - 5 に通知する。

これに対して、親局 1 0 から自己の管理区間情報や隣接区間情報を得た子局 2 0 - 1 ~ 2 0 - 5 は、自局管轄下の例えば信号機等の端末 2 1 - 1 ~ 2 5 - t に対し、上記受信情報に対応した例えば列車停止のための点灯制御等に係わる情報を転送する。

また、親局 1 0 は、上記制御情報を通知するのと同様に、子局 2 0 - 1 ~ 2 0 - 5 または伝送路 4 0、5 0 に異常がないかどうかを監視するための障害監視用のテストセルを常時あるいは一定間隔で各子局 2 0 - 1 ~ 2 0 - 5 に通知している。通常は、現用系伝送路 4 0 により情報収集を行い、待機系伝送路 5 0 は、常時、子局 2 0 - 1 ~ 2 0 - 5 それぞれが自局の監視情報（上記テストセルに対する応答結果）を親局 1 0 に伝送する異常監視用回線として使用する。

情報伝送は、親局 1 0 から現用系伝送路 4 0 を通じてセルを伝送するという方法により行う。セルには、内容の異なる情報が搭載可能である。これにより、親局 1 0 から送られるセルの種別としては、子局 2 0 - 1 ~ 2 0 - 5 で処理され端末 2 1 - 1 ~ 2 5 - t へ通知されるセルと、下流の子局 2 0 - 1 ~ 2 0 - 5 に伝送されるセルと、親局 1 0 に返送されるテストセルが存在することになる。

これらのセルは、受信した子局 2 0 - 1 ~ 2 0 - 5 がセル内の V P I と V C I の宛先情報により区別してその送信先を決定する。ここで、宛先情報を主としたセルの構成を図 4 に示す。このセル 6 0 は、4 8 バイトのデジタル情報部 6 1 と、5 バイトのヘッダ部 6 2 とから形成されている。

デジタル情報部 6 1 の中には親局 1 0 から送ろうとする情報（ユーザデータ等）があり、ヘッダ部 6 2 の中には制御情報すなわち宛先情報がある。

宛先情報には、上述したように V P I（Virtual Path Identifier：仮想パス識別素子）と、V C I（Virtual Channel Identifier：仮想チャンネル識別素子）とがあり、これらの宛先情報によって宛先と情報内容が区別される。

本システムの場合、V P I が子局 2 0 - 1 ~ 2 0 - 5 の宛先局番であり、V C



Iが情報の内容を示している。ここで、VCIの値として、「10」が障害監視用のテストセル、「20」が渋滞情報のセル、「30」が事故情報のセル内容であると規定すると（これらの宛先情報は、システム運用を行う時に規定する）、例えば、VPI=1、VCI=30とすると、このセルは、親局10から見て1番目に接続されている子局20-1に対する事故の情報であり、VPI=n、VCI=10とすると、このセルは、親局10から見てn番目の子局20-nに対しての障害監視用のテストセルであるということになる。

以上の如く、子局20-1~20-5は、受信情報内容を常に識別可能であることから、親局10から伝送路40若しくは50を通じて各子局20-1~20-5宛に所要のセルを送出し、該各宛先の子局20-1~20-5に当該セルの識別結果に対応したスイッチング制御を行わせ、該スイッチング制御を経た流通セルを親局10に収集して解析することによって、親局10自らによる障害検出、障害発生後のシステムの再構成、あるいは障害復旧後のシステム初期状態への復帰等のシステム運用管理を実現できる。

次に、上述した子局20-1~20-5におけるスイッチング制御動作を、具体例をあげて説明する。図5~図8は、親局10から送信されるセル60の内容及び当該セル60に基づく子局20-1~20-5内のATMスイッチ部203の各切り換え態様を示している。これらの図に示す子局は、いずれも親局10から見てn番目の子局20-nであり、実線で示す現用系伝送路40及び破線で示す待機系伝送路50により、図1に示すような通信システム構成中に組み込まれている。

図5(a)において、セル60は、親局10から見たn番目の子局20-nに対する渋滞情報を示すものであり、そのヘッダ部62には、VPI=n、VCI=20が設定されている。このセルの受信時、子局20-nのATMスイッチ部203は、図5(b)に示すように、当該セル60の受信に用いられる現用系伝送路40を当該子局20-nに収容される端末側への伝送路71に接続するように切り換えられる。

図6(a)において、セル60は、親局10から見た(n+1)番目の子局2

0 - (n + 1) に対する渋滞情報を示すもので、そのヘッダ部 6 2 には、V P I = n + 1、V C I = 2 0 が設定されている。ある。このセル 6 0 の受信時、子局 2 0 - n の A T M スイッチ部 2 0 3 は、図 6 (b) 当該セル 6 0 の受信に用いられる現用系伝送路 4 0 を当該子局 2 0 - n の下流の子局 2 0 - (n + 1) への現用系伝送路 4 0 ように切り換えられる。

図 7 において、セル 6 0 は、親局 1 0 から見た (n + 2) 番目の子局 1 2 に対する事故情報を示すもので、そのヘッダ部 6 2 には、V P I = n + 2、V C I = 3 0 が設定されている。このセル 6 0 の受信時、子局 2 0 - n の A T M スイッチ部 2 0 3 は、図 6 (b) に示す態様と同様に、図 7 (b) に示すように、当該セル 6 0 の受信に用いられる現用系伝送路 4 0 を当該子局 2 0 - n の下流の子局 2 0 - (n + 1) への現用系伝送路 4 0 ように切り換えられる。

図 8 において、セル 6 0 は、親局 1 1 から見た n 番目の子局 1 2 に対する障害監視用テストセルで、そのヘッダ部 6 2 には、V P I = n、V C I = 1 0 が設定されている。このセル 6 0 の受信時、子局 2 0 - n の A T M スイッチ部 2 0 3 は、図 8 (b) に示すように、当該セル 6 0 の受信に用いられる現用系伝送路 4 0 を待機系伝送路 5 0 に接続するように切り換えられる。

図 9 は、図 5 ~ 図 8 の各図に示した情報内容のセル 6 0 が混在する場合の当該セル 6 0 の受信子局 2 0 - n における A T M スイッチ部 2 0 3 におけるスイッチ選択及び該スイッチ選択後におけるセル 6 0 の転送動作の概略を示したものである。

ここでは、親局 1 0 または上流の子局から n 番目の子局 2 0 - n に対して、現用系伝送路 1 4 を通じてセル 6 0 (セル A、セル B、セル C、セル D) が伝送される場合を考える。かかる状況下で、まず、セル A (V P I = n、V C I = 2 0) を受信した n 番目の子局 2 0 - n では、当該セル A の情報内容が n 番目の子局 1 2 への渋滞情報であると認識し、当該受信セル A を自子局 2 0 - n 内で情報処理して自子局 2 0 - n に収容する端末へ伝送し得るように、自局内 A T M スイッチ 2 0 3 を、図 5 (b) に示すような態様にスイッチングする。これにより、セル A は、この子局 2 0 - n の A T M スイッチ 2 0 3 を経由して自子局 2 0 - n

に収容する端末への伝送路 7 1 へ伝送される。

次に、セル B ( $VPI = n + 1$ 、 $VC I = 20$ ) を受信した  $n$  番目の子局 20 -  $n$  では、当該セル B の情報内容が、( $n + 1$ ) 番目の子局 1 2 への渋滞情報であるとの認識結果に応じて、当該セル B を ( $n + 1$ ) 番目の子局 1 2 に伝送し得るように、自局内 ATM スイッチ 20 3 を図 6 (b) に示すような態様にスイッチングする。これにより、セル B はこの子局 20 -  $n$  の ATM スイッチ 20 3 を経由して下流側の現用系伝送路 4 0 へ伝送される。

引き続き、セル C ( $VPI = n + 2$ 、 $VC I = 30$ ) を受信した  $n$  番目の子局 20 -  $n$  では、当該セル C の情報内容が、( $n + 2$ ) 番目の子局 1 2 への事故情報であるとの認識結果に応じて、当該セル C を ( $n + 2$ ) 番目の子局 20 - ( $n + 2$ ) に伝送し得るように、自局内 ATM スイッチ 20 3 を図 7 (b) に示すような態様にスイッチングする。これにより、セル C はこの子局 20 -  $n$  の ATM スイッチ 20 3 を経由して下流側の現用系伝送路 4 0 へ伝送される。

更に、セル D ( $VPI = n$ 、 $VC I = 10$ ) を受信した  $n$  番目の子局 20 -  $n$  では、当該セル D の情報内容が、 $n$  番目の子局 20 -  $n$  (自局) への障害監視用テストセルであるとの認識結果に応じて、当該セル D を上流側の ( $n - 1$ ) 番目の子局 20 - ( $n - 1$ ) に返送し得るように、自局内 ATM スイッチ 20 3 を図 8 (b) に示すような態様にスイッチングする。このスイッチング状態において、セル D は  $n$  番目の子局 20 -  $n$  で現用系伝送路 4 0 から待機系伝送路 5 0 へと折り返され、( $n - 1$ ) 番目、( $n - 2$ ) 番目、…、2 番目、1 番目の各子局を経て親局 1 0 まで伝送される。

以上の如く、子局 20 - 1 ~ 20 - 5 自身が、セルの情報内容によって自局の ATM スイッチをスイッチングする結果、図 9 に示すように、セル A はセル A' として端末へ、セル B、C は、それぞれセル B'、C' として下流の子局 20 - ( $n + 1$ ) へ、セル D はセル D' として親局 1 0 または上流の子局にそれぞれ伝送される。

このようなセル伝送制御に合わせて、親局 1 0 は、子局 20 - 1 ~ 20 - 5 より返送されるテストセルを監視している。これにより、親局 1 0 では、上記テス

トセルが返送された場合は、伝送した子局 20-1~20-5 との間の伝送路とその子局 20-1~20-5 には異常が発生していないと判断でき、またテストセルが返送されない場合には、子局 20-1~20-5 での異常発生（伝送されない子局 20-1~20-5 があり、その子局 20-1~20-5 が何番目のものであるか）、あるいは伝送路で異常が生じていると判断できる。

ここで、親局 10 におけるテストセルが返送されたか否かの判断基準については、例えば、ある子局 20-1~20-5 に関しては、例えば、2~3 分の間に返送されないとタイムオーバーとなり障害発生と判断し、別の子局 20-1~20-5 に関しては、例えば、4~5 分の間に返送されない場合にタイムオーバーとなり障害発生と判断するというように、テストセルを伝送してかた当該テストセルが子局 20-1~20-5 を介して返送されるまでの時間を規定する。

この場合、親局 10 からみて上流側子局 20-1~20-5 の判断時間と下流側子局 20-1~20-5 の判断時間は異なった値に設定し得ることは言うまでもない。

図 10 は、上記親局 10 におけるテストセル送信による障害検知処理を示すフローチャートである。

図 10 において、このテストセル送信による障害検知処理は、予め設定された所定のタイミングで定期的に行われる。

このテストセル送信による障害検知処理が開始されると、まず、テストセルを送信する親局 10 から見た子局の順番を示す番号  $n$  を 1 に設定し（ステップ 111）、この親局 10 から見た  $n$  番目の子局へ現用系伝送路 40 経由でテストセルを送信する（ステップ 112）。

次に、この  $n$  番目の子局へ送信したテストセルが  $n$  番目の子局で折り返されて親局 10 で待機系伝送路 50 経由で正常受信できたかを調べる（ステップ 113）。

ここで、テストセルが待機系伝送路経由で正常受信できたと判断されると（ステップ 113 で YES）、親局 10 から見た子局の順番を示す番号  $n$  を「1」インクリメントし（ステップ 114）、次に、親局 10 から見た子局の順番を示す

番号nがこの通信システムの子局の総数Nに達したかを調べる（ステップ1 1 5）。

このステップ1 1 5の判断により親局1 0から見た子局の順番を示す番号nがこの通信システムの子局の総数Nに達していないと判断されると（ステップ1 1 5でNO）、ステップ1 1 2に戻り、ステップ1 1 2～ステップ1 1 5の処理が繰り返される。

ステップ1 1 5の判断により親局1 0から見た子局の順番を示す番号nがこの通信システムの子局の総数Nに達したと判断されると（ステップ1 1 5でYES）、この場合、この通信システムの全ての子局から正常にテストセルが現用系伝送路4 0から待機系伝送路5 0へ折り返され親局1 0で受信できたことになるので、この通信システムの全ての子局に関して障害なしと判断して（ステップ1 1 6）、このテストセル送信による障害検知処理を終了する。

しかし、ステップ1 1 3の判断において、n番目の子局へ送信したテストセルがn番目の子局で折り返されて親局1 0で正常受信できないと判断されると（ステップ1 1 3でNO）、この場合、親局1 0から見てn番目の子局に関して障害が発生していると判断する（ステップ1 1 7）。

図1 1は、上記テストセル送信による障害検知処理における子局の処理を示すフローチャートである。

なお、図1 1においては、親局1 0から見てn番目の子局における処理を示している。

図1 1において、この子局が親局1 0から現用系伝送路4 0経由でセルを受信すると（ステップ2 1 1）、まず、この受信セルのVPIが自局当て、すなわち、 $VPI = n$ かを調べる（ステップ2 1 2）。ここで、この受信セルが自局当て、すなわち、 $VPI = n$ であると判断されると（ステップ2 1 2でYES）、次に、この受信セルのVCIがテストセルを示す、すなわち $VCI = 10$ かを調べる（ステップ2 1 3）。

ここで、この受信セルがテストセルを示す、すなわち $VCI = 10$ であると判断されると（ステップ2 1 3でYES）、この子局において親局1 0から送信さ

れたテストセルを待機系伝送路 5 0 経由で親局側に折り返すループバック処理が行われ（ステップ 2 1 4）、この子局における処理を終了する。

しかし、ステップ 2 1 2 で、現用系伝送路 4 0 からの受信セルが自局当てでない、すなわち、 $VPI = n$  でないと判断されると（ステップ 2 1 2 で NO）、この受信セルを次の子局へ現用系伝送路 4 0 経由で送信する処理が行われる（ステップ 2 1 6）。

また、ステップ 2 1 3 で、現用系伝送路 4 0 からの受信セルがテストセルでない、すなわち  $VCI = 10$  でないと判断されると（ステップ 2 1 3 で NO）、この子局においてこの受信セルを取り込むセル受信処理が行われる（ステップ 2 1 5）。

上述したテストセルの返送状態の具体例を図 1 2 に示している。この例の場合、親局 1 0 から現用系伝送路 4 0 を経由して子局  $20 - (n - 1)$  宛てにテストセルが伝送され、このテストセルが子局  $20 - (n - 1)$  で折り返され、待機系伝送路 5 0 を経由して親局 1 0 で正常受信された場合を示している。この場合、現用系伝送路 4 0 方向において、子局  $20 - (n - 1)$  までおよびその間の現用系伝送路 4 0、待機系伝送路 5 0 にも障害が障害が発生していないと判断される。

図 1 3 は、図 1 2 に示したテストセルの伝送処理を行った後、親局 1 0 から現用系伝送路 4 0 を経由して子局  $20 - n$  宛てにテストセルを伝送したが、子局  $20 - n$  で折り返されるはずのテストセルが親局 1 0 で待機系伝送路 5 0 から受信できなかった状態を示している。この場合、子局  $20 - n$  若しくは子局  $20 - (n - 1)$  と子局  $20 - n$  の間の伝送路 4 0 または 5 0 に障害が発生していると親局 1 0 で判断することができる。

なお、この場合、子局  $20 - n$  から親局 1 0 までの間の子局および伝送路 4 0 または 5 0 の障害は検出できない。

そこで、現用系伝送路 4 0 経由でテストセルを送信する処理と待機系伝送路 5 0 経由でテストセルを送信する処理とを組み合わせることで障害発生箇所を更に正確に特定できるように構成することができる。

図 1 4 は、親局 1 0 から現用系伝送路 4 0 経由でテストセルを送信する処理と

待機系伝送路 5 0 経由でテストセルを送信する処理とを組み合わせ、障害発生箇所を検出する親局 1 0 の処理を示すフローチャートである。

図 1 4 の処理においては、まず、親局 1 0 から現用系伝送路 4 0 経由でテストセルを送信し、この処理で障害が検出された場合は、次に待機系伝送路 5 0 経由でテストセルを送信して障害の検出を行う。

すなわち、図 1 4 において、まず、テストセルを送信する親局 1 0 から見た子局の順番を示す番号  $n$  を 1 に設定し（ステップ 1 2 1）、この親局 1 0 から見た  $n$  番目の子局へ現用系伝送路 4 0 経由でテストセルを送信する（ステップ 1 2 2）。

次に、この  $n$  番目の子局へ送信したテストセルが  $n$  番目の子局で折り返されて親局 1 0 で待機系伝送路 5 0 経由で正常受信できたかを調べる（ステップ 1 2 3）。

ここで、テストセルが待機系伝送路経由で正常受信できたと判断されると（ステップ 1 2 3 で YES）、親局 1 0 から見た子局の順番を示す番号  $n$  を「1」インクリメントし（ステップ 1 2 4）、次に、親局 1 0 から見た子局の順番を示す番号  $n$  がこの通信システムの子局の総数  $N$  に達したかを調べる（ステップ 1 2 5）。

このステップ 1 2 5 の判断により親局 1 0 から見た子局の順番を示す番号  $n$  がこの通信システムの子局の総数  $N$  に達していないと判断されると（ステップ 1 2 5 で NO）、ステップ 1 2 2 に戻り、ステップ 1 2 2 ～ステップ 1 2 5 の処理が繰り返される。

ステップ 1 2 5 の判断により親局 1 0 から見た子局の順番を示す番号  $n$  がこの通信システムの子局の総数  $N$  に達したと判断されると（ステップ 1 2 5 で YES）、この場合、この通信システムの全ての子局から正常にテストセルが現用系伝送路 4 0 から待機系伝送路 5 0 へ折り返され親局 1 0 で受信できたことになるので、この通信システムの全ての子局に関して障害なしと判断して（ステップ 1 2 6）、このテストセル送信による障害検知処理を終了する。

しかし、ステップ 1 2 3 の判断において、 $n$  番目の子局へ送信したテストセル

が $n$ 番目の子局で折り返されて親局10で正常受信できないと判断されると（ステップ123でNO）、この場合、親局10から見て $n$ 番目の子局に関して障害が発生しているので、テストセルを送信する親局10から見た子局の順番を示す番号 $m$ をこの通信システムの子局の総数 $N$ に設定し（ステップ127）、この親局10から見た $m$ 番目の子局へ待機系伝送路50経由でテストセルを送信する（ステップ128）。

次に、この $m$ 番目の子局へ送信したテストセルが $m$ 番目の子局で折り返されて親局10で現用系伝送路40経由で正常受信できたかを調べる（ステップ129）。

ここで、テストセルが現用系伝送路経由で正常受信できたと判断されると（ステップ129でYES）、親局10から見た子局の順番を示す番号 $m$ を「1」デクリメントし（ステップ130）、次に、親局10から見た子局の順番を示す番号 $m$ が $n+1$ に達したかを調べる（ステップ131）。

このステップ131の判断により親局10から見た子局の順番を示す番号 $m$ が $n+1$ に達していないと判断されると（ステップ131でNO）、ステップ128に戻り、ステップ128～ステップ131の処理が繰り返される。

ステップ131の判断により親局10から見た子局の順番を示す番号 $m$ が $n+1$ に達したと判断されると（ステップ131でYES）、この場合、この通信システムの親局10から待機系伝送路50方向で $n+1$ 番目までの子局から正常にテストセルが待機系伝送路50から待機系伝送路40へ折り返され親局10で受信できたことになるので、この通信システムの親局10から待機系伝送路50方向で $n+1$ 番目までの子局に関して障害なし、すなわち $n$ 番目の子局に関してのみ障害が発生していると判断する（ステップ132）。

また、ステップ129で、テストセルが現用系伝送路経由で正常受信できないと判断されると（ステップ129でNO）、この場合は、 $n$ 番目の子局と $m$ 番目の子局との間に関して障害が発生していると判断する（ステップ133）。

図15は、親局10から現用系伝送路40経由でテストセルを送信する処理と待機系伝送路50経由でテストセルを送信する処理とを組み合わせる障害発生個



所検出する親局 10 の他の処理を示すフローチャートである。

図 15 の処理においては、まず、親局 10 から現用系伝送路 40 経由でテストセルを送信するとともに待機系伝送路 50 経由でテストセルを送信して障害の検出を行う。このような構成によると、障害検知処理が現用系伝送路 40 方向と待機系伝送路 50 方向との両方向で並列に行われるので、障害個所特定処理を迅速に行うことができる。

すなわち、図 15 において、まず、テストセルを送信する親局 10 から見た子局の順番を示す番号  $n$  を 1 に設定するとともに（ステップ 141）、テストセルを送信する親局 10 から見た子局の順番を示す番号  $m$  をこの通信システムの子局の総数  $N$  に設定する（ステップ 147）。

そして、障害検知処理が現用系伝送路 40 方向と待機系伝送路 50 方向との両方向で並列に行われる。

すなわち、現用系伝送路 40 方向の障害検知処理においては、まず、親局 10 から見た  $n$  番目の子局へ現用系伝送路 40 経由でテストセルを送信する（ステップ 142）。

次に、この  $n$  番目の子局へ送信したテストセルが  $n$  番目の子局で折り返されて親局 10 で待機系伝送路 50 経由で正常受信できたかを調べる（ステップ 143）。

ここで、テストセルが待機系伝送路経由で正常受信できたと判断されると（ステップ 143 で YES）、親局 10 から見た子局の順番を示す番号  $n$  を「1」インクリメントし（ステップ 144）、次に、親局 10 から見た子局の順番を示す番号  $n$  が並列処理されている待機系伝送路 50 方向の障害検知処理の親局 10 から見た子局の順番を示す番号  $m$  と等しくなったかを調べる（ステップ 145）。

このステップ 145 の判断により親局 10 から見た子局の順番を示す番号  $n$  が並列処理されている待機系伝送路 50 方向の障害検知処理の親局 10 から見た子局の順番を示す番号  $m$  と等しくないと判断されると（ステップ 145 で NO）、ステップ 142 に戻り、ステップ 142 ～ステップ 145 の処理が繰り返される。

ステップ 145 の判断により親局 10 から見た子局の順番を示す番号  $n$  が並列

処理されている待機系伝送路 5 0 方向の障害検知処理の親局 1 0 から見た子局の順番を示す番号  $m$  と等しくなったと判断されると（ステップ 1 4 5 で YES）、この場合、この通信システムの全ての子局から正常にテストセルが待機系伝送路 5 0 から若しくは現用系伝送路 4 0 から受信できたことになるので、この通信システムの全ての子局に関して障害なしと判断して（ステップ 1 4 6）、このテストセル送信による障害検知処理を終了する。

また、待機系伝送路 5 0 方向の障害検知処理においては、まず、親局 1 0 から見た  $m$  番目の子局へ待機系系伝送路 5 0 経由でテストセルを送信する（ステップ 1 4 8）。

次に、この  $m$  番目の子局へ送信したテストセルが  $m$  番目の子局で折り返されて親局 1 0 で現用系伝送路 4 0 経由で正常受信できたかを調べる（ステップ 1 4 9）。

ここで、テストセルが現用系伝送路 4 0 経由で正常受信できたと判断されると（ステップ 1 4 9 で YES）、親局 1 0 から見た子局の順番を示す番号  $m$  を「1」デクリメントし（ステップ 1 5 0）、次に、親局 1 0 から見た子局の順番を示す番号  $m$  が並列処理されている現用系伝送路 4 0 方向の障害検知処理の親局 1 0 から見た子局の順番を示す番号  $n$  と等しくなったかを調べる（ステップ 1 5 1）。

このステップ 1 5 1 の判断により親局 1 0 から見た子局の順番を示す番号  $m$  が並列処理されている現用系伝送路 4 0 方向の障害検知処理の親局 1 0 から見た子局の順番を示す番号  $n$  と等しくないと判断されると（ステップ 1 5 1 で NO）、ステップ 1 4 8 に戻り、ステップ 1 4 8 ～ステップ 1 5 1 の処理が繰り返される。

ステップ 1 5 1 の判断により親局 1 0 から見た子局の順番を示す番号  $m$  が並列処理されている現用系伝送路 4 0 方向の障害検知処理の親局 1 0 から見た子局の順番を示す番号  $n$  と等しくなったと判断されると（ステップ 1 5 1 で YES）、この場合、この通信システムの全ての子局から正常にテストセルが現用系伝送路 5 0 から若しくは待機系伝送路 4 0 から受信できたことになるので、この通信システムの全ての子局に関して障害なしと判断して（ステップ 1 4 6）、このテス

トセル送信による障害検知処理を終了する。

ただし、ステップ143で、テストセルが待機系伝送路経由で正常受信できないと判断され（ステップ143でNO）、かつステップ149で、テストセルが現用系伝送路経由で正常受信できないと判断され（ステップ149でNO）た場合は、 $n$ 番目の子局と $m$ 番目の子局との間に関して障害が発生していると判断する（ステップ152）。

さて、上記処理により、いずれかの子局20-1～20-5あるいは伝送路に障害が発生したことが親局10により検出された場合は、この親局10の制御下で、当該障害が発生した子局20-1～20-5または伝送路に隣接する子局で伝送路の折り返しがなされ、システムが再構成される。

この親局10による障害発生後のシステム再構成の具体例を図16を参照して説明する。

図16において、 $(n-1)$ 番目の子局20- $(n-1)$ と $n$ 番目の子局20- $n$ を接続する伝送路あるいは $n$ 番目の子局20- $n$ で障害が発生したことが親局10で検知されると、親局10は、障害発生区間内の $n$ 番目の子局20- $n$ の隣接子局、すなわち上流側に当たる $(n-1)$ 番目の子局20- $(n-1)$ 及び下流側に当たる $(n+1)$ 番目の子局20- $(n+1)$ 宛に、障害発生内容を書いたセルを他の各子局を経由して送信する。

この時のセルの送信方法としては、 $(n-1)$ 番目の子局20- $(n-1)$ に対しては、現用系伝送路40を通じ、1番目の子局→2番目の子局→……方向に送信し、他方、 $(n+1)$ 番目の子局20- $(n+1)$ に対しては、待機系伝送路50を通じ、上記 $(n-1)$ 番目の子局12に対する方向とは逆方向に送信する。

$(n-1)$ 番目の子局20- $(n-1)$ 宛のセルに対して、その上流側の各子局は、自局宛でない当該セルを単に下流側にパスするようなスイッチング制御を行う。これに対し、 $(n-1)$ 番目の子局20- $(n-1)$ は、上記セルを受信すると、当該セルが自局宛であることを認識することにより、当該セルの受信に用いられる現用系伝送路40を待機系伝送路50に接続するように、自局ATM

スイッチをスイッチング制御する。この結果、 $(n-1)$  番目の子局  $20-(n-1)$  と親局 11 間には折り返し伝送路 81 が形成される。

上記スイッチング制御の後、 $(n-1)$  番目の子局  $20-(n-1)$  から上記受信セルに応答して送出されたセルは当該折り返し伝送路 81 を通じて親局 10 に返送される。

また、 $(n+1)$  番目の子局  $20-(n+1)$  宛のセルに対して、その上流側（現用系伝送路 50 上では下流側）の各子局は、自局宛でない当該セルを単に下流側にパスするようなスイッチング制御を行う。これに対し、 $(n+1)$  番目の子局  $20-(n+1)$  は、上記セルを受信すると、当該セルが自局宛であることを認識することにより、当該セルの受信に用いられる待機系伝送路 50 を現用系伝送路 40 に接続するように、自局スイッチをスイッチング制御する。この結果、 $(n+1)$  番目の子局  $20-(n+1)$  と親局 10 間には折り返し伝送路 82 が形成される。上記スイッチング制御の後、 $(n+1)$  番目の子局  $20-(n+1)$  から上記受信セルに応答して送出されたセルは当該折り返し伝送路 82 を通じて親局 10 に返送される。

このように、本システムでは、テストセルに対する各子局からの返送情報を基に親局 10 が各子局 12 あるいは近接伝送路の障害発生状況を判断し、障害発生時には、親局 10 から該当する子局宛に命令情報（上記障害発生内容情報）を載せたセルを送信し、宛先の各子局の制御部（CPU）が該受信セルに対応したスイッチ制御を起動して折り返し伝送路 81 あるいは 82 を形成することによりシステムを再構成でき、当該折り返し伝送路 81 あるいは 82 を通じて通信を維持することができる。

なお、この例の障害発生後のシステム再構成においては、障害発生区間内の  $n$  番目の子局  $20-n$  の隣接子局で折り返し伝送路 81、82 を形成する場合について述べたが、こうした折り返し伝送路は障害発生区間の隣接子局に限らずに形成できることは言うまでもない。例えば、 $n$  番目の子局  $20-n$  での障害発生時、この  $n$  番目の子局  $20-n$  に隣接する  $(n-1)$  番目の子局  $20-(n-1)$  で折り返し伝送路 81 を形成する一方で、この  $n$  番目の子局  $20-n$  から 1 つおい

た $(n+2)$ 番目の子局12で折り返し伝送路を形成する等、命令情報を載せたセルの配信に応じて任意の子局での折り返し制御を実現できる。

更に、本システムでは、上述の如く障害の発生した $n$ 番目の子局 $20-n$ あるいは近接伝送路の復旧処理が終了した後、当該システムを $n$ 番目の子局 $20-n$ を含む初期構成に復旧させる機能も有している。

この場合の制御方法としては、例えば、 $n$ 番目の子局 $20-n$ の復旧を親局10が知った後、該親局10から隣接子局 $20-(n-1)$ 及び $20-(n+1)$ 宛に、折り返しを解除する情報内容を持つセルを発行する方法がある。

また、各子局が、自局宛でないセルを下流側にパスさせるためのスイッチと、自局宛のセルを折り返し返送するためのスイッチとを独立に設けた構成とした場合には、障害発生後も親局10から $(n-1)$ 番目の子局 $20-(n-1)$ を通じて $n$ 番目の子局へテストセル送信を続行し、 $n$ 番目の子局の障害復旧に伴って当該 $n$ 番目の子局 $20-n$ からのテストセルの返送を受けるのを待って、隣接子局 $20-(n-1)$ 及び $20-(n+1)$ 宛に、折り返しを解除する情報内容を持つセルを発行する方法が考えられる。

次に、本システムにおける障害発生の監視、障害発生後のシステムの再構成に関する別の実施の形態について図17を参照して説明する。同図において、10aは、親局10の現用系伝送路40上の送信点及び待機系伝送路50上の受信点であり、10bは、現用系伝送路40上の受信点及び待機系伝送路50上の送信点である。

この実施の形態においては、親局10の10a点より現用系伝送路40を通じてテストセルを子局20に転送する。テストセルを受信した子局20は、当該テストセルを順次下流の子局20に送信し、再度、親局10の10b点まで返送させる。親局10は、テストセルが無事に返送されることにより、各子局20と現用系伝送路40には異常が無いことを判断する。

同様に、親局10の10b点から待機系伝送路50を通じて各子局20にテストセルを送信し、その返送結果を監視することで、各子局20と待機系伝送路50の障害監視が行える。

上記障害監視において、親局 10 にテストセルが返送されないで L O F / L O S が検出された場合、親局 10 は各子局 20 または近接伝送路のいずれかに異常が発生していると判断できる。

この異常発生との判断の後、親局 10 は、現用系伝送路 40 と待機系伝送路 50 とを利用し、10 a 点と 10 b 点から同時に障害発生監視用セル（テストセル）を各子局 20 個別宛に送信する。このテストセルを受信した各子局 20 は、当該受信セルを順次下流の子局 20 にパスさせることにより、当該テストセルを親局 10 に返送する。親局 10 では、上記テストセルの返送状態によりそれぞれの子局 20 及び近接伝送路の障害発生を確認ができ、最大のループ範囲に広がった時点で運用を開始する。

このように、本システムでは、親局 10 から現用系伝送路 40 を通じて各子局 20 宛に常時テストセルを送信する一方、各子局 20 からは待機系伝送路 50 を通じて各子局 20 及び伝送路の監視情報を親局 10 に伝送することによって、ループネットワークを形成する子局 20 及び伝送路の監視をシステム自身（親局 10）で行える。

この監視の結果、親局 10 では、子局 20 からのテストセルが返送されない場合に、その返送されてこない子局 20 の故障かあるいはその前の伝送路の故障が発生したことを明確に判断できる。また、障害発生を認識した後、親局 10 は、自ら発行したテストセルが返送されてこない子局 20 の隣接子局 20 で現用系伝送路 40 及び待機系伝送路 50 を折り返すように制御できる。

上記制御により、障害発生時にもこの障害発生箇所以外の部分を活かしてシステムを再構成でき、安全運行上、システムダウンの許されない鉄道管理システムに適用して極めて有用なものとなる。

特に、本発明では、親局 10 または各子局 20 を A T M スイッチで構成した A T M 技術を使用しているため、動画像、音声、データなどのマルチメディアを統合して収集でき、データ発生源またはデータ受信装置がループ状に配置された場合のデータ処理センタとデータ発生源を結ぶ通信系で用いられる通信システム（図 1 参照）に適用した場合に他種類の情報を迅速に収集／処理可能であり、上

述した鉄道管理の他、下水道管理、飛行場管理、河川管理等の広範な分野で極めて高度な管理機能を実現できる。

図18は、この発明に係わるリングネットワークの障害検知方法および装置を適用して構成した通信システムの他の実施の形態のシステム構成図である。

図18に示す通信システムにおいては、各ノード装置10および20-1~20-5に自ノード装置と隣接ノード装置との間の通信路の監視を行わせることにより、障害発生時における障害検出までの時間を短縮するとともに、発生した障害がノード制御部の障害であるか通信路に係わる個所の障害であるかを切り分けることができるようにしたものである。

具体的には、各ノード装置にセル挿入、抽出機能を持たせ、隣接するノード装置間で定期的に通信路監視用セルの送受信を行い、隣接するノード装置からの通信路監視用セルが受信されなかったことにより通信路の障害を検出する。このように親局またはノード管理装置からの監視だけでなく、各ノード装置に上記のような通信路管理機能を持たせることにより伝送路障害だけでなく、通信路に関するノード装置内部の障害についても短時間で検出することが可能になり、システムの信頼性を更に向上させることができる。

さて、図18において、90-1、90-2、91-1、91-2、92-1、92-2、93-1、93-2、94-1、94-2、95-1、95-2は、各ノード装置10、20-1~20-5に自ノード装置と隣接ノード装置との間の通信路の監視を行わせるために、設定された通信路監視用パスを示すものである。

各ノード装置10、20-1~20-5は、この通信路監視用パス90-1~95-2を用いて隣接するノード装置間で定期的に通信路監視用セルの送受信を行い、自ノード装置と隣接ノード装置との間の通信路の監視を行う。

ここで、この通信路監視用パスで使用するVPI/VCIは端末通信用のパスやノード制御用にパスで使用するVPI/VCIとは異なるVPI/VCIを使用する。例えば、通信路監視用パス91-1に対してはVPI/VCI=0/1022、通信路監視用パス91-2に対してはVPI/VCI=0/1023を

割り当てる。

図19は、ノード装置20-nがその両端に接続されているノード装置20-(n-1)とノード装置20-(n+1)との通信路を通信路監視用セルを使用して監視している様子を示している。

図19において、まず、ノード装置20-nは、セル挿入機能を用いて、VPI/VCI=0/1022の通信路監視用セルを伝送路50-1側へ出力する。この通信路監視用セルは、伝送路50-1を通過して、ノード装置20-(n-1)で折り返され、伝送路40-1に出力される。

ノード装置20-nでは、この伝送路40-1に出力される通信路監視用セルを受信することにより、隣接ノード装置20-(n-1)側の通信路が正常であることを検知することができる。

同様に、ノード装置20-nは、セル挿入機能を用いて、VPI/VCI=0/1023の通信路監視用セルを伝送路40-2側へ出力する。この通信路監視用セルは、伝送路40-2を通過して、ノード装置20-(n+1)で折り返され、伝送路50-2に出力される。

ノード装置20-nでは、この伝送路50-2に出力される通信路監視用セルを受信することにより、隣接ノード装置20-(n+1)側の通信路が正常であることを検知することができる。

図20は、ノード装置20-nの通信路に障害が発生した場合にその両端に接続されているノード装置20-(n-1)とノード装置20-(n+1)でこれを検出する監視している様子を示している。

図20において、ノード装置20-(n-1)は、伝送路40-1に通信路監視用セルを送信するが、ノード装置20-nの通信路に障害が発生していると、この通信路監視用セルは伝送路50-1を通して戻ってこない。これにより、ノード装置20-(n-1)は、隣接するノード装置20-nの通信路に障害が発生していることを検知することができる。

同様に、ノード装置20-(n+1)は、伝送路50-2に通信路監視用セルを送信するが、ノード装置20-nの通信路に障害が発生していると、この通信



路監視用セルは伝送路 40-2 を通して戻ってこない。これにより、ノード装置 20-(n+1) は、隣接するノード装置 20-n の通信路に障害が発生していることを検知することができる。

ここで、ノード装置 20-n の通信路に障害が発生していることを検知したノード装置 20-(n-1) およびノード装置 20-(n+1) は、このノード装置 20-n の通信路の障害発生をノード管理装置に通知することにより、障害の復旧を支援することができる。

また、ノード装置 20-n の通信路に障害が発生していることを検知したノード装置 20-(n-1) およびノード装置 20-(n+1) が自発的にループバックを実行して、通信の普及を行なうこともできる。

#### 産業上の利用可能性

この発明は、複数のノード装置を伝送路によってループ接続したリングネットワークにおける障害発生個所を自動的に特定することができるようにして、障害発生時における通信の復旧を迅速に行うことができるようにしたリングネットワークの障害検知方法および装置である。複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第 1 の伝送路および第 2 の伝送路によって 2 重にループ接続し、該伝送路にバスを設定することにより通信を行なうとともに、該伝送路に定期的に障害監視用情報を送信し、該障害監視用情報が各ノード装置でループバックされて正常に受信できたか否かに基づいて障害発生個所の特定を行い、この障害個所の特定に基づき通信の自動復旧を行う。これにより通信機能の信頼性を大幅に向上させ得ると共に、システム変更にも柔軟に対応可能となる。

## 請 求 の 範 囲

(1) 複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第1の伝送路および第2の伝送路によって2重にループ接続し、該伝送路にパスを設定することにより通信を行なうリングネットワークの障害検知方法であって、

前記複数のノード装置の内の1つのノード装置を親局として設定するとともに他のノード装置を子局として設定し、

前記親局から前記子局のそれぞれに対して前記第1の伝送路を用いて障害監視用情報を送信し、

各子局は前記第1の伝送路により前記障害監視用情報を受信すると、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第2の伝送路を用いて前記親局に返送し、

前記親局は、各子局でループバックされた前記障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき前記リングネットワークの障害個所を特定する

ことを特徴とするリングネットワークの障害検知方法。

(2) 前記第1の伝送路は、前記ノード装置間の通信のための現用系の伝送路として用いられ、前記第2の伝送路は、前記ノード装置間の通信のための待機系の伝送路として用いられる

ことを特徴とする請求項1記載のリングネットワークの障害検知方法。

(3) 前記ノード装置は、複数の個所に分散配置され、それぞれ1または複数のローカル通信端末を収容する

ことを特徴とする請求項1記載のリングネットワークの障害検知方法。

(4) 前記ノード装置は、それぞれATMスイッチを有し、

前記障害監視用情報は、固定長のATMセルからなり、

前記障害監視用情報の送信および返送は、前記ATMスイッチを介するパスの設定により行なわれる

ことを特徴とする請求項 1 記載のリングネットワークの障害検知方法。

(5) 前記障害監視用情報は、前記親局から各子局に対して定期的に送信されることを特徴とする請求項 1 記載のリングネットワークの障害検知方法。

(6) 前記親局は、前記障害監視用情報を前記第 1 の伝送路を用いて送信するとともに、前記第 2 の伝送路を用いて送信し、

各子局は前記障害監視用情報を前記第 1 の伝送路から受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 2 の伝送路を用いて前記親局に返送し、前記第 2 の伝送路から受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 1 の伝送路を用いて前記親局に返送する

ことを特徴とする請求項 1 記載のリングネットワークの障害検知方法。

(7) 各子局は、隣接する子局若しくは親局に対して前記第 1 の伝送路若しくは前記第 2 の伝送路を用いて障害監視用情報を送信し、

該障害監視用情報受信した前記隣接する子局若しくは親局は、ループバックして該障害監視用情報を、該障害監視用情報を送信した子局に返送し、

前記障害監視用情報を送信した子局は、前記隣接する子局若しくは親局から該障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき障害を個別に検知する

ことを特徴とする請求項 1 記載のリングネットワークの障害検知方法。

(8) 前記親局は、前記リングネットワークの障害個所の特定により、該特定した障害個所を迂回するようにバスの張替えを行なうことにより通信を復旧させる

ことを特徴とする請求項 1 記載のリングネットワークの障害検知方法。

(9) 複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第 1 の伝送路および第 2 の伝送路によって 2 重にループ接続し、該伝送路にバスを設定することにより通信を行なうリングネットワークの障害検知方法であって、

前記複数のノード装置の内の1つのノード装置を親局として設定するとともに他のノード装置を子局として設定し、

前記親局から前記子局のそれぞれに対して障害監視用情報を前記第1の伝送路および前記第2の伝送路を用いて送信し、

各子局は前記障害監視用情報を前記第1の伝送路から受信すると、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第2の伝送路を用いて前記親局に返送し、前記第2の伝送路から受信すると、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第1の伝送路を用いて前記親局に返送し、

前記親局は、各子局から前記障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき前記リングネットワークの障害箇所を特定する

ことを特徴とするリングネットワークの障害検知方法。

(10) 複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第1の伝送路および第2の伝送路によって2重にループ接続し、該伝送路にパスを設定することにより通信を行なうリングネットワークの障害検知方法であって、

前記ノード装置は、隣接するノード装置に対して前記第1の伝送路若しくは前記第2の伝送路を用いて障害監視用情報を送信し、

該障害監視用情報受信した前記隣接するノード装置は、該障害監視用情報を、ループバックして該障害監視用情報を送信したノード装置に返送し、

前記障害監視用情報を送信したノード装置は、前記隣接するノード装置から該障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき障害を個別に検知する

ことを特徴とするリングネットワークの障害検知方法。

(11) 複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第1の伝送路および第2の伝送路によって2重にループ接続し、該伝送路にパスを設定することにより通信を行なうリングネットワークの障害検知装置であって、

前記複数のノード装置の内の1つのノード装置を親局として設定するとともに他のノード装置を子局として設定し、

前記親局は、

前記子局のそれぞれに対して前記第 1 の伝送路を用いて障害監視用情報を送信する障害監視用情報手段と、

各子局からの前記障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき前記リングネットワークの障害個所を特定する障害個所特定手段と

を具備し、

前記子局は、

前記第 1 の伝送路により前記障害監視用情報を受信すると、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 2 の伝送路を用いて前記親局に返送する障害監視用情報返送手段

を具備することを特徴とするリングネットワークの障害検知装置。

(12) 前記第 1 の伝送路は、前記ノード装置間の通信のための現用系の伝送路として用いられ、前記第 2 の伝送路は、前記ノード装置間の通信のための待機系の伝送路として用いられる

ことを特徴とする請求項 11 記載のリングネットワークの障害検知装置。

(13) 前記ノード装置は、複数の個所に分散配置され、それぞれ 1 または複数のローカル通信端末を収容する

ことを特徴とする請求項 11 記載のリングネットワークの障害検知装置。

(14) 前記ノード装置は、それぞれ ATM スイッチを有し、

前記障害監視用情報は、固定長の ATM セルからなり、

前記障害監視用情報の送信および返送は、前記 ATM スイッチを介するパスの設定により行なわれる

ことを特徴とする請求項 11 記載のリングネットワークの障害検知装置。

(15) 前記障害監視用情報手段は、前記障害監視用情報を各子局に対して定期

的に送信する

ことを特徴とする請求項 1 1 記載のリングネットワークの障害検知装置。

(16) 前記障害監視用情報手段は、前記障害監視用情報を前記第 1 の伝送路を用いて送信するとともに、前記第 2 の伝送路を用いて送信し、

前記障害監視用情報返送手段は、前記障害監視用情報を前記第 1 の伝送路から受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 2 の伝送路を用いて前記親局に返送し、前記第 2 の伝送路から受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 1 の伝送路を用いて前記親局に返送する

ことを特徴とする請求項 1 1 記載のリングネットワークの障害検知装置。

(17) 前記子局は、

該子局に隣接する他の子局若しくは親局に対して前記第 1 の伝送路若しくは前記第 2 の伝送路を用いて障害監視用情報を個別に送信する個別障害監視用情報送信手段と、

前記隣接する子局若しくは親局から該障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき障害を検知する障害検知手段と

を更に具備し、

前記隣接する子局若しくは親局は、

該受信した前記該障害監視用情報を、該障害監視用情報を送信した子局に返送する個別障害監視用情報返送手段

を更に具備することを特徴とする請求項 1 1 記載のリングネットワークの障害検知装置。

(18) 前記親局は、

前記障害個所特定手段により特定された前記リングネットワークの障害個所を迂回するようにバスの自動張替えを行なうことにより通信を復旧させる通信復旧

## 手段

を更に具備することを特徴とする請求項 1 記載のリングネットワークの障害検知装置。

(19) 複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第 1 の伝送路および第 2 の伝送路によって 2 重にループ接続し、該伝送路にバスを設定することにより通信を行なうリングネットワークの障害検知装置であって、

前記複数のノード装置の内の 1 つのノード装置を親局として設定するとともに他のノード装置を子局として設定し、

前記親局は、

前記子局のそれぞれに対して障害監視用情報を前記第 1 の伝送路および前記第 2 の伝送路を用いて送信する障害監視用情報送信手段と、

前記子局から前記障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき前記リングネットワークの障害個所を特定する障害個所特定手段と

を具備し、

前記子局は、

前記障害監視用情報を前記第 1 の伝送路から受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 2 の伝送路を用いて前記親局に返送し、前記第 2 の伝送路から受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして前記第 1 の伝送路を用いて前記親局に返送する障害監視用情報返送手段と

を具備するとを特徴とするリングネットワークの障害検知装置。

(20) 複数のノード装置を互いに伝送方向が異なる第 1 の伝送路および第 2 の伝送路によって 2 重にループ接続し、該伝送路にバスを設定することにより通信を行なうリングネットワークの障害検知装置であって、

各ノード装置は、

隣接する他のノード装置に対して前記第 1 の伝送路若しくは前記第 2 の伝送路を用いて障害監視用情報を送信する障害監視用情報送信手段と、

前記他のノード装置から前記障害監視用情報受信した場合は、該受信した障害監視用情報をループバックして該他のノード装置に返送する障害監視用情報返送手段と、

前記隣接する他のノード装置から該障害監視用情報が正しく受信できたか否かに基づき障害を検知する障害検知手段と

をそれぞれ具備することを特徴とするリングネットワークの障害検知装置。

~~THIS PAGE BLANK (USPTO)~~



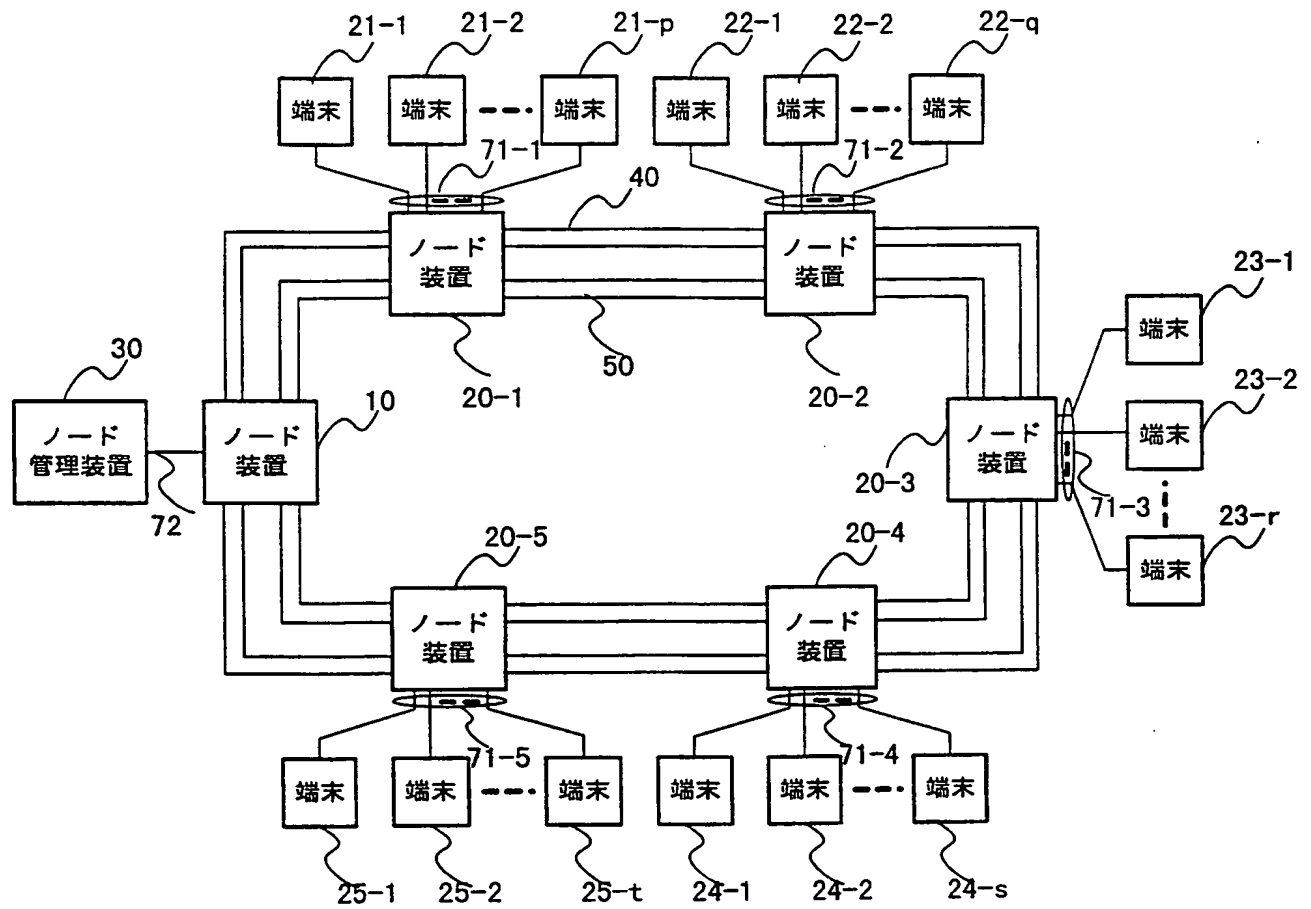


図 1

10 **PAGE BLANK (USPTO)**

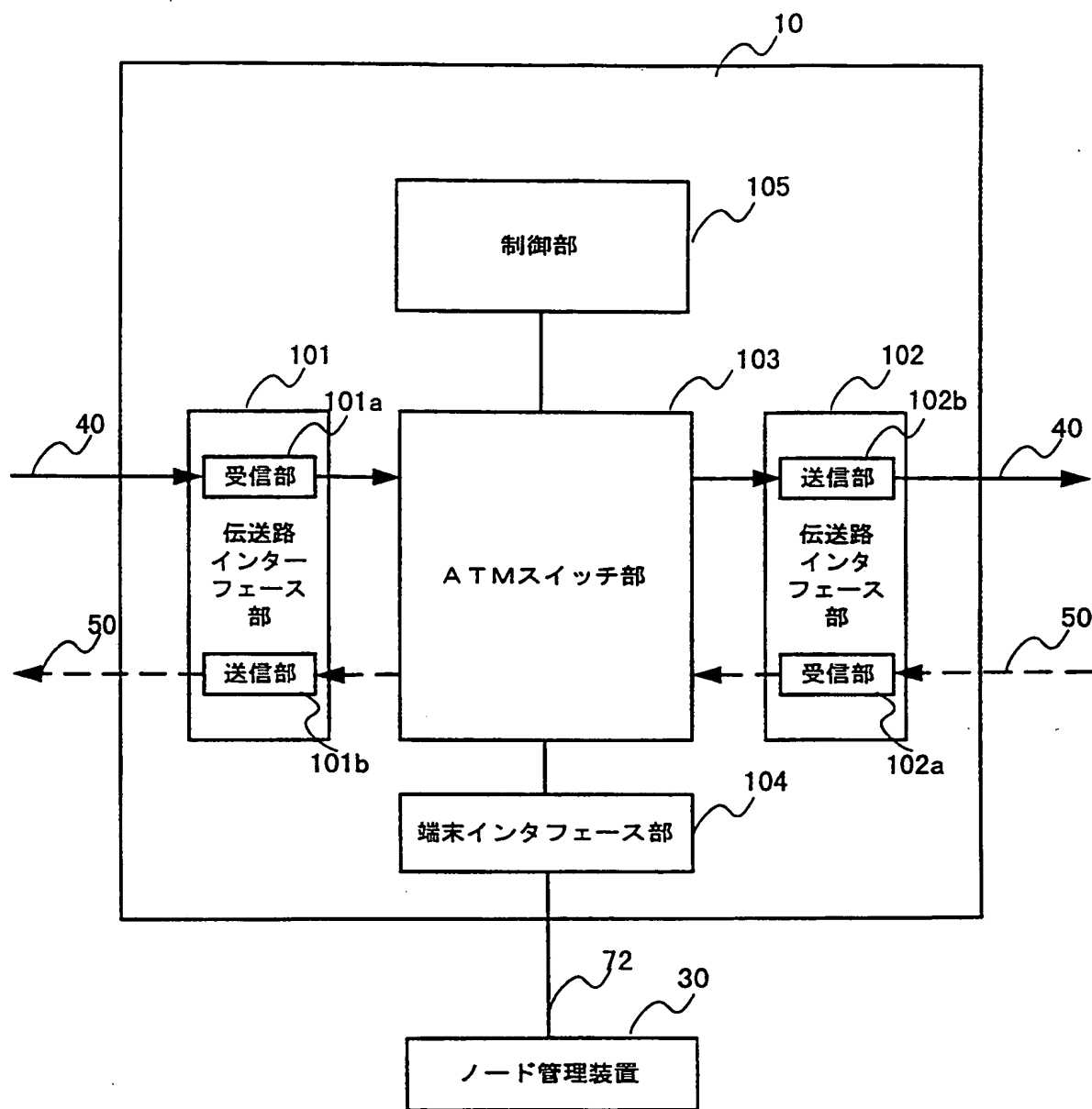


図 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

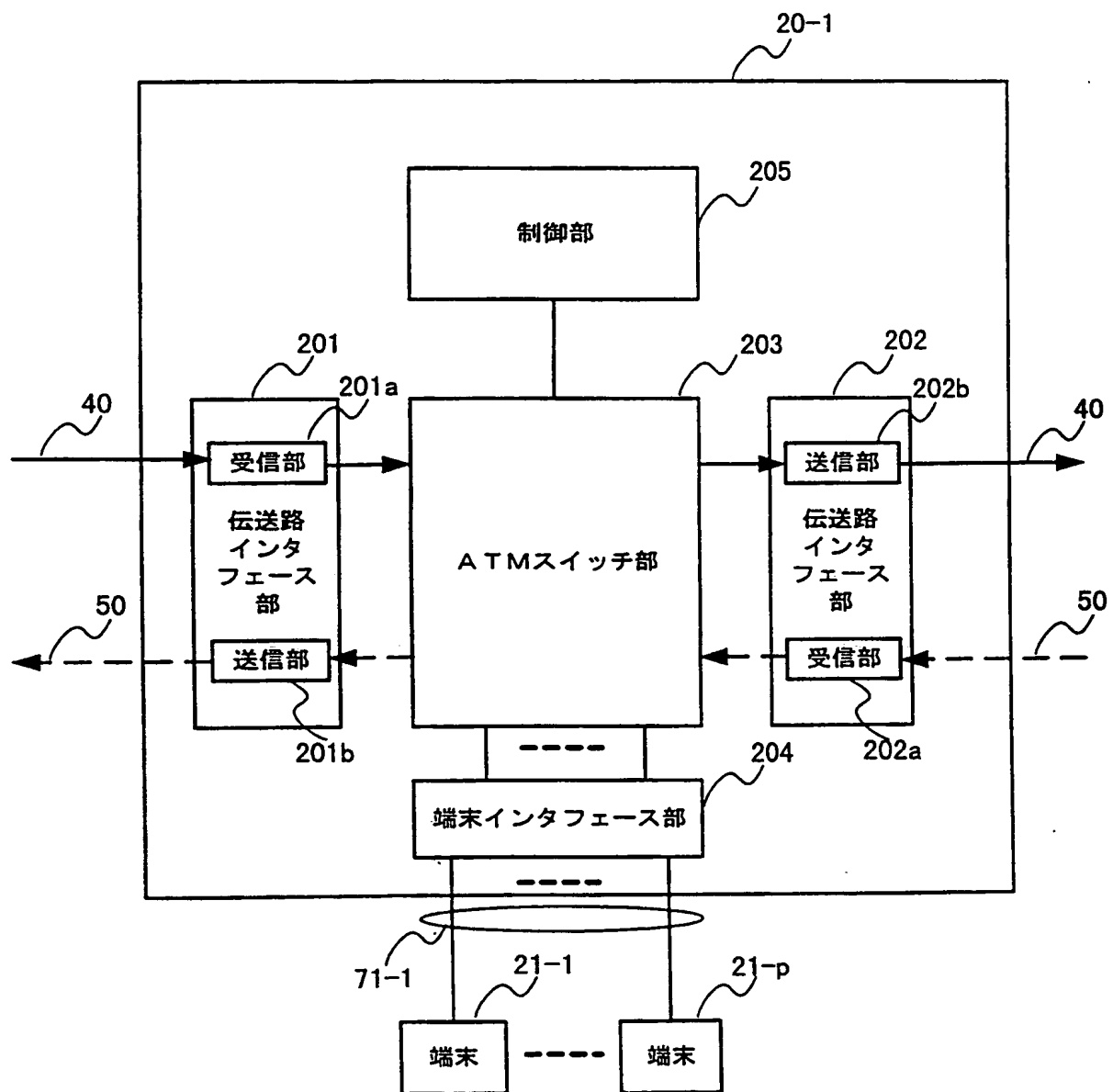


図 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

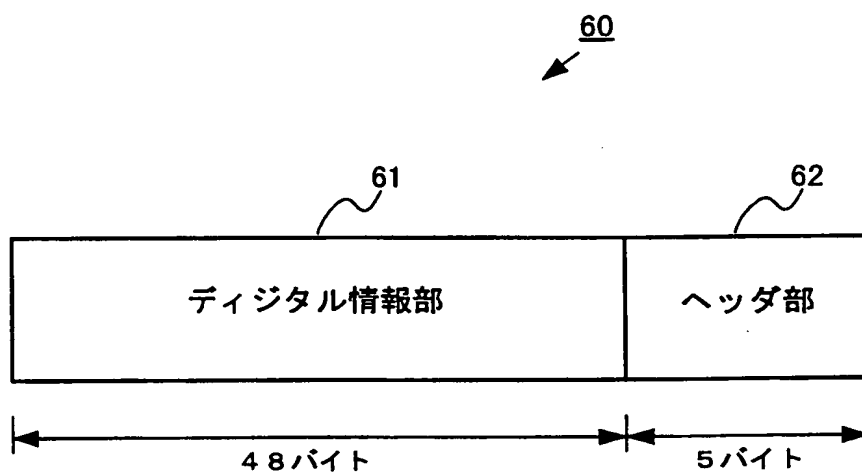


図 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



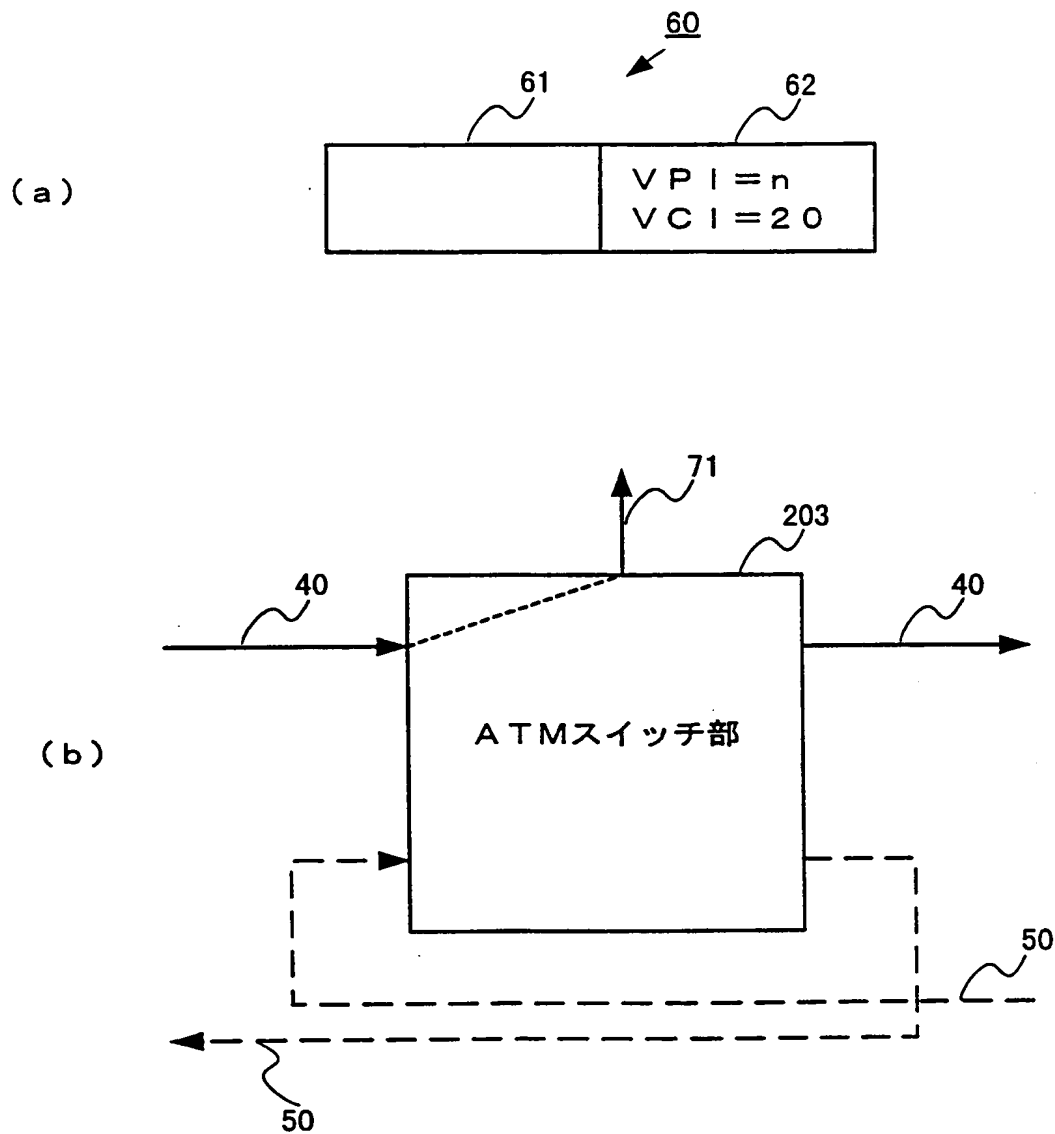


図 5

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

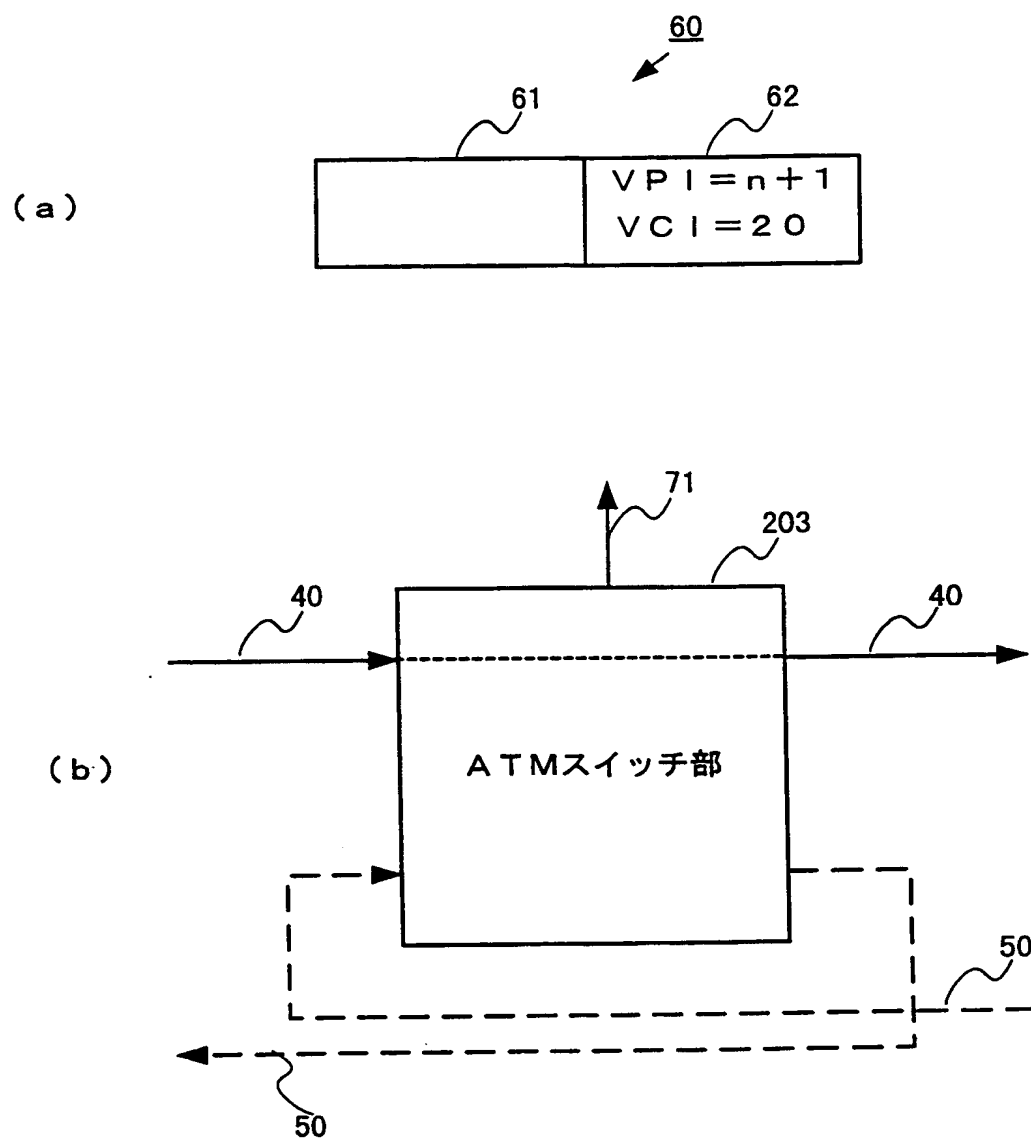


図 6

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

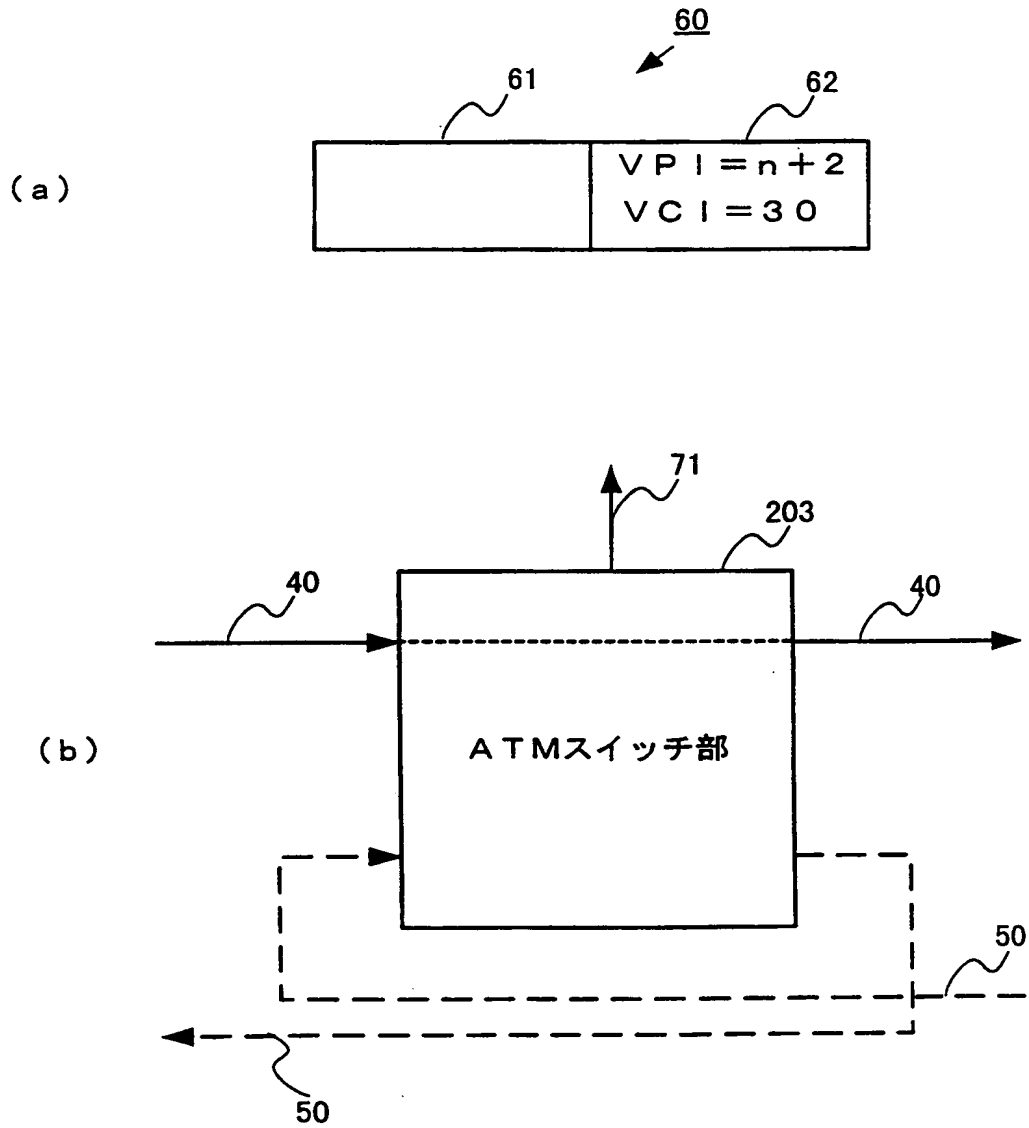


図 7

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

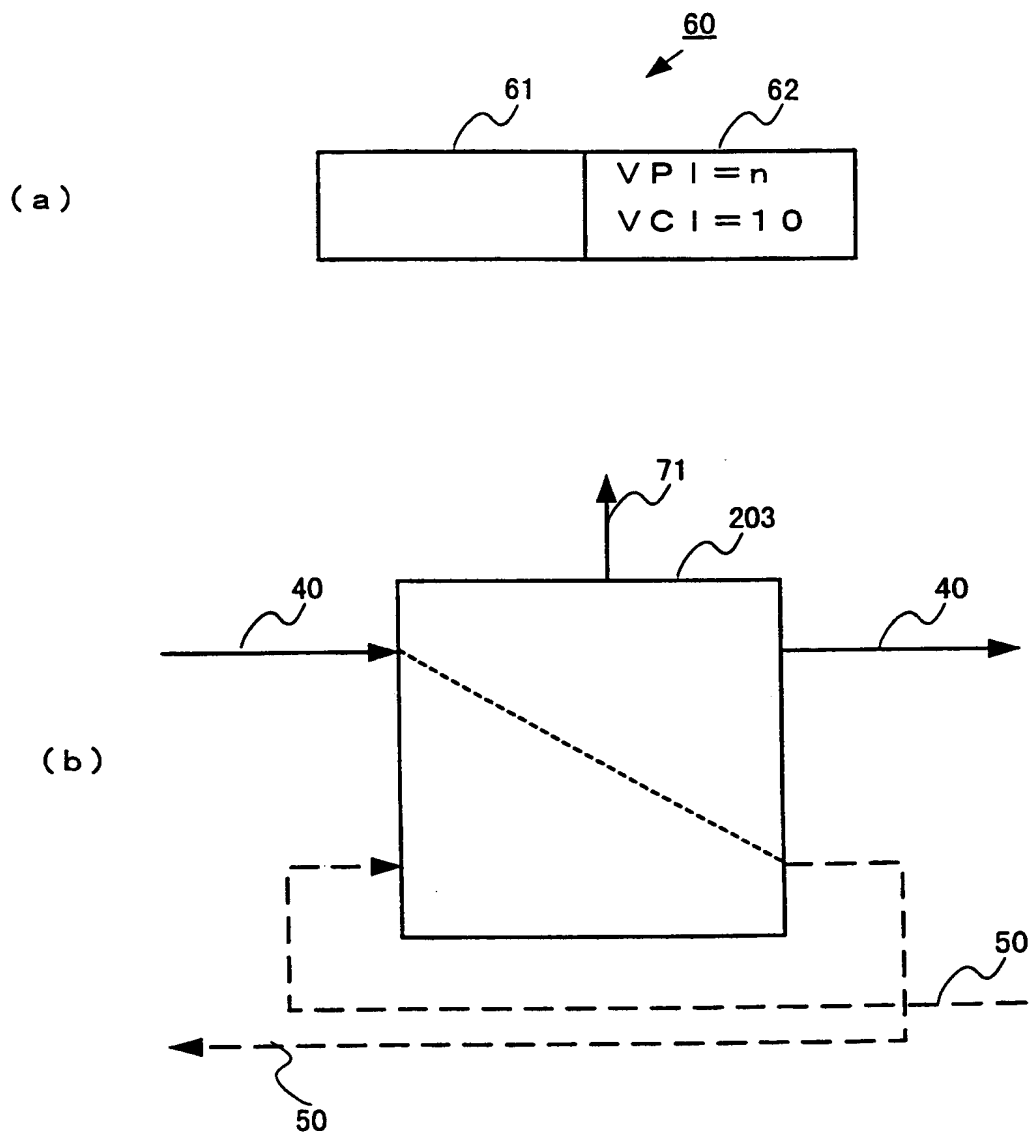


図 8

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



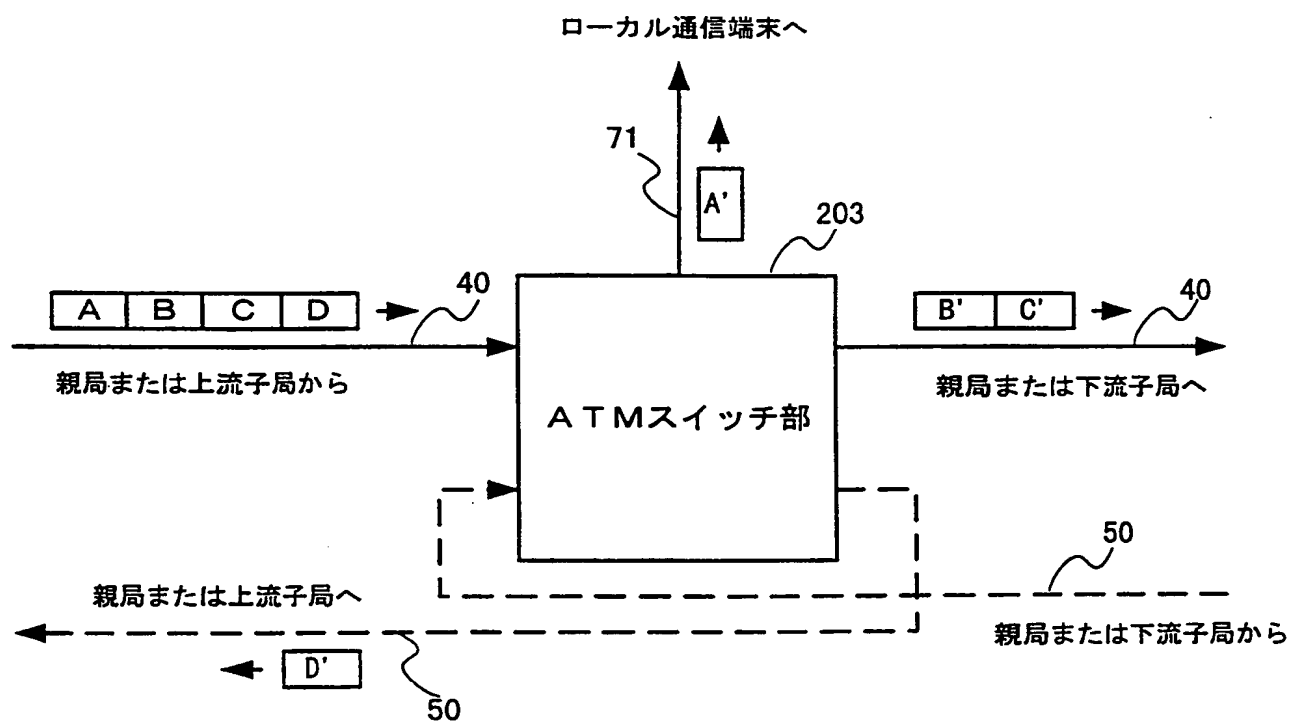


図 9

**THIS PAGE BLANK (USE TO)**

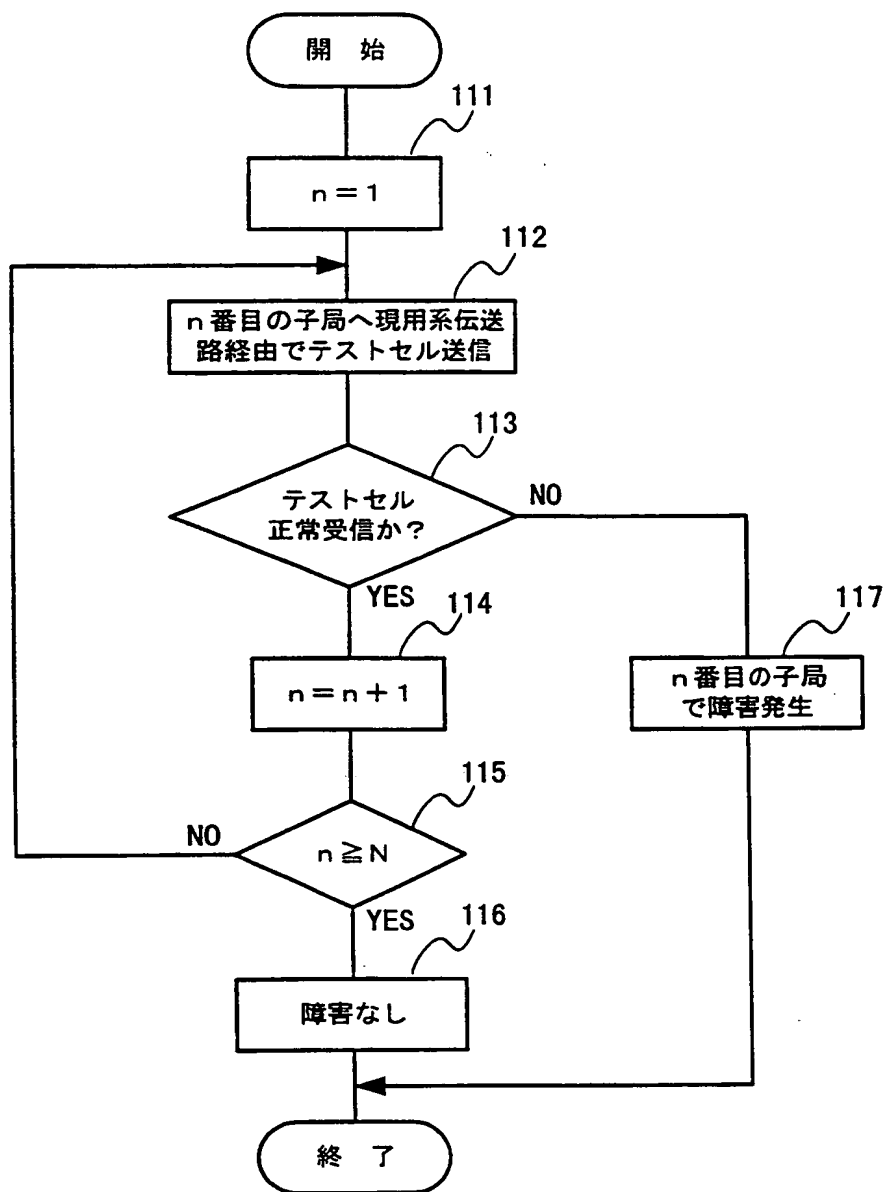


図 10

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

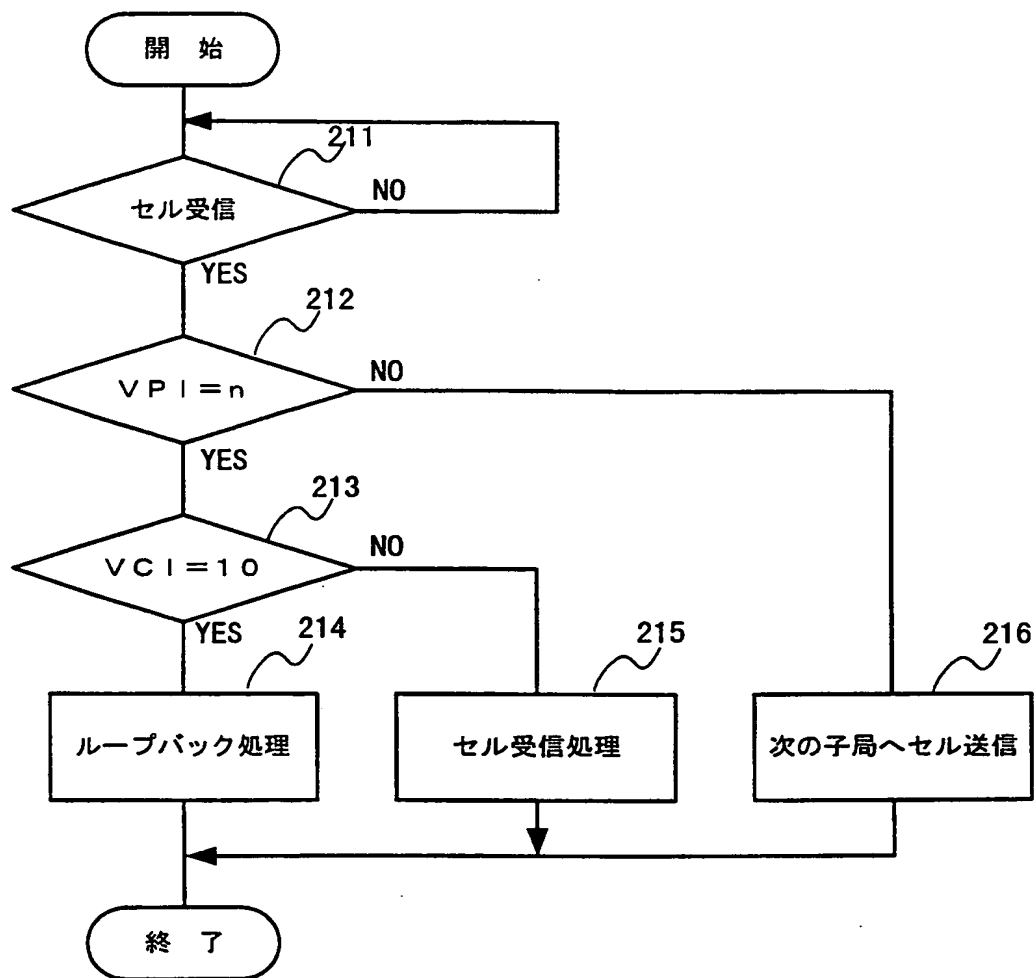


図 1 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

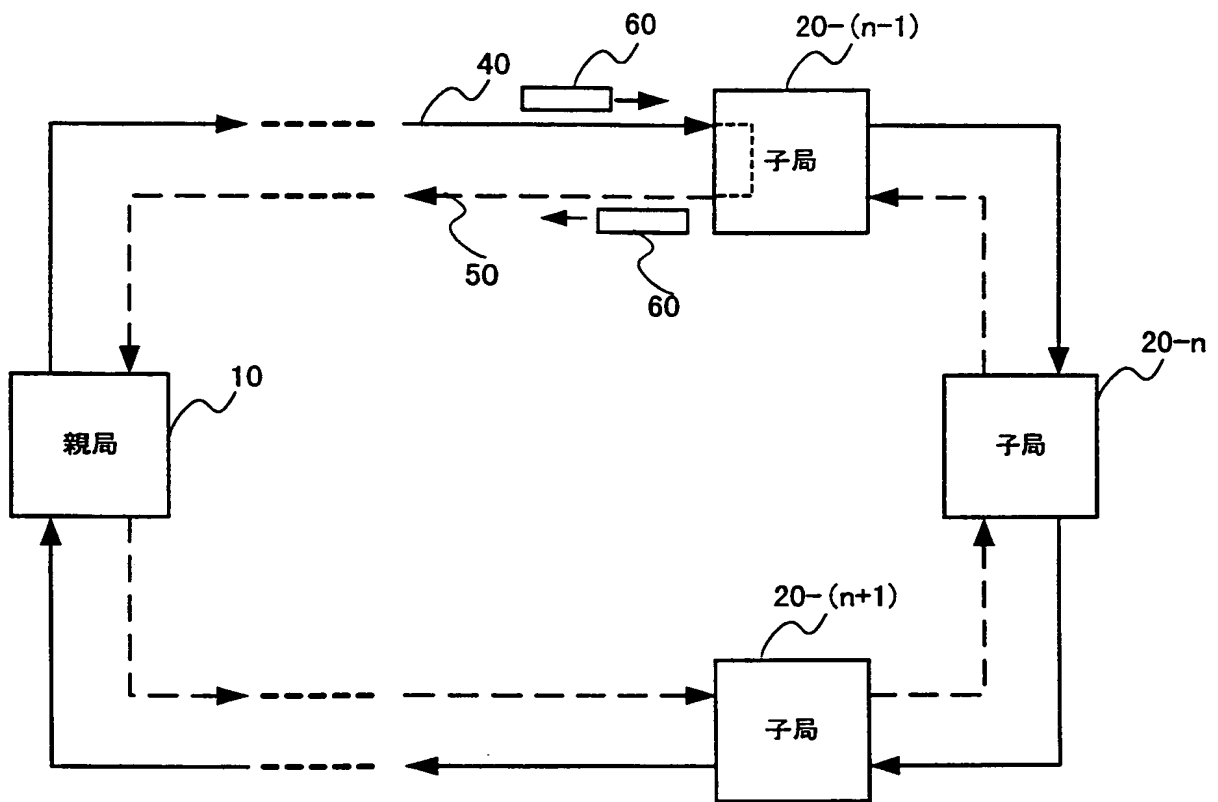


図 1 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



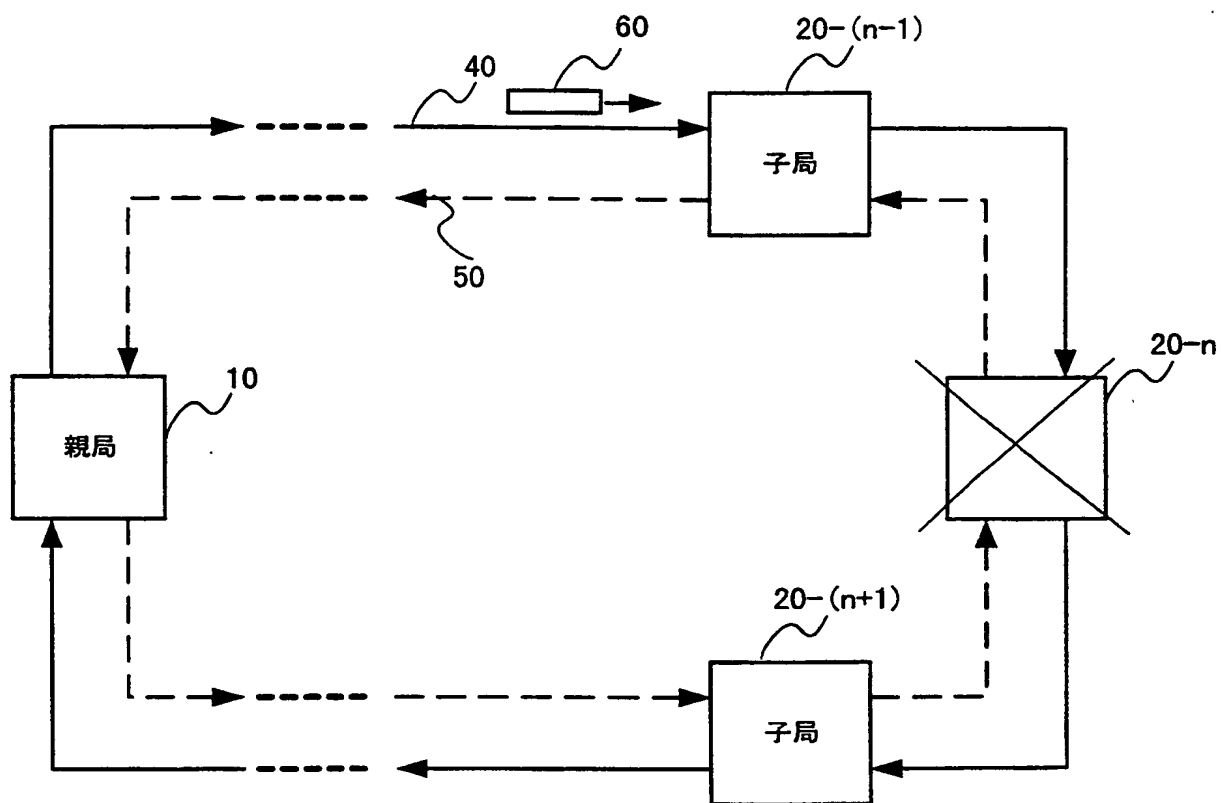


図 1 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

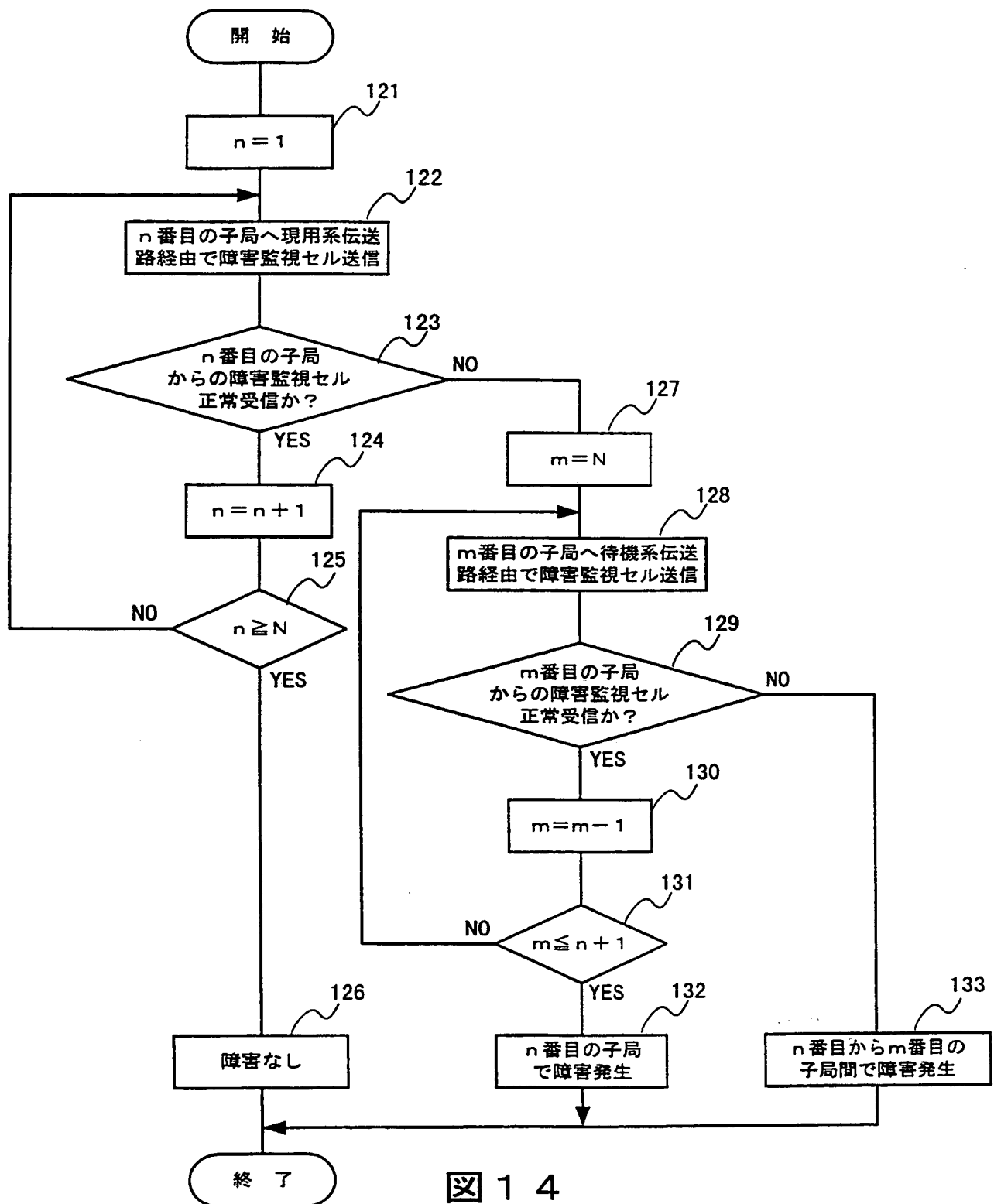


図 1 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

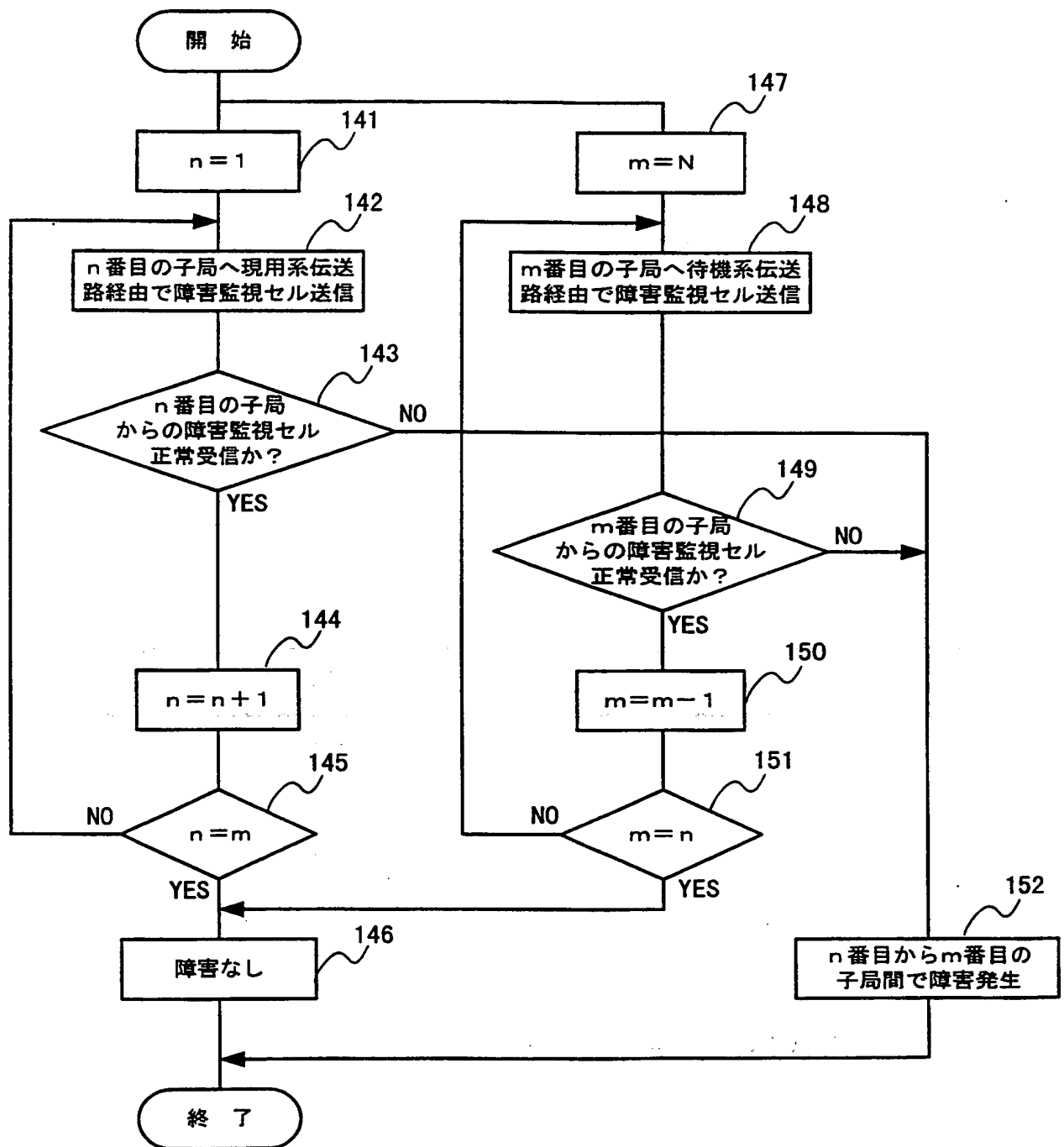


図 1 5

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

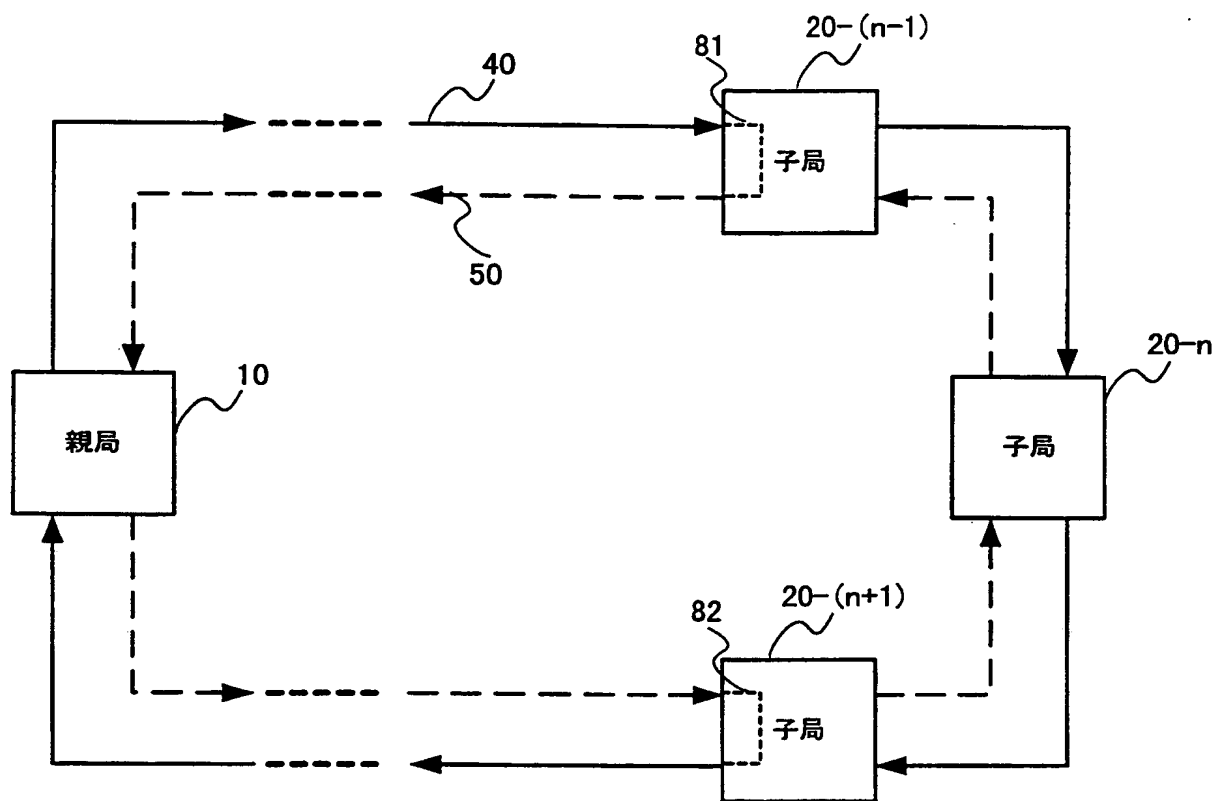


図 1 6

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



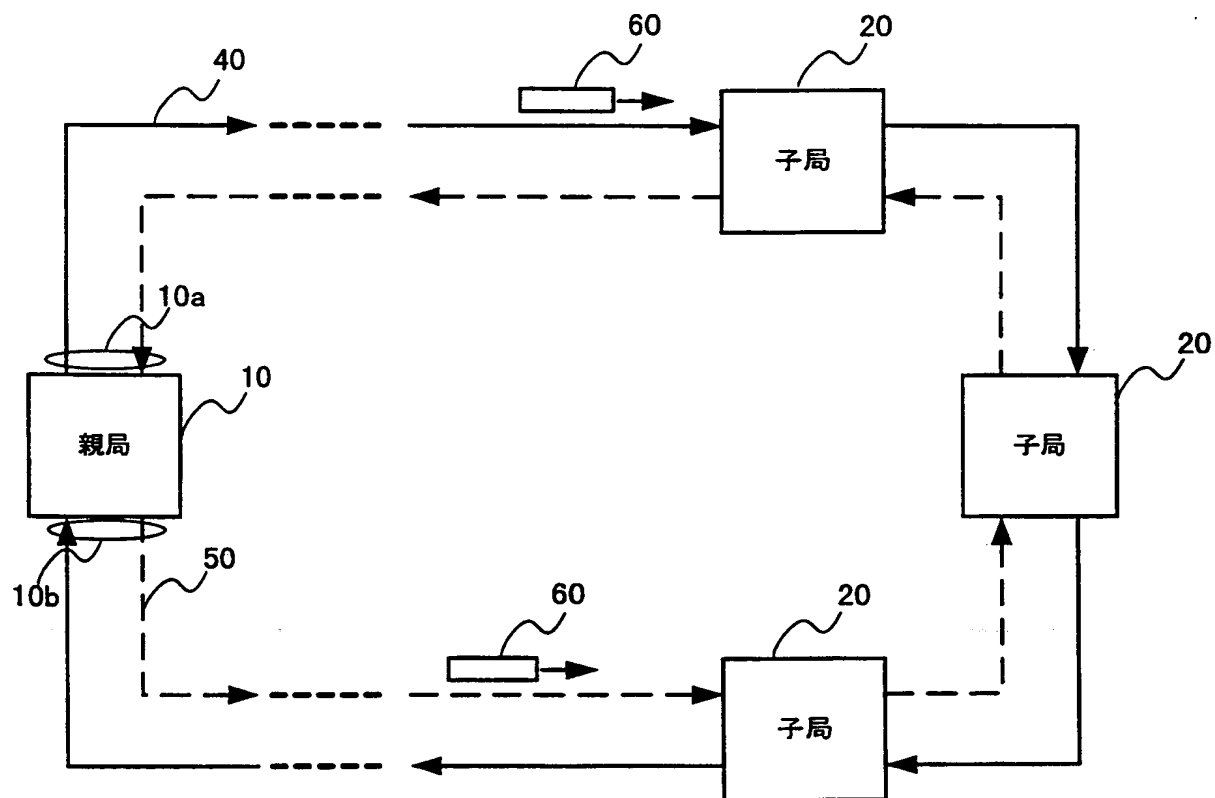


図 1 7

**THIS PAGE BLANK (CSPT0)**

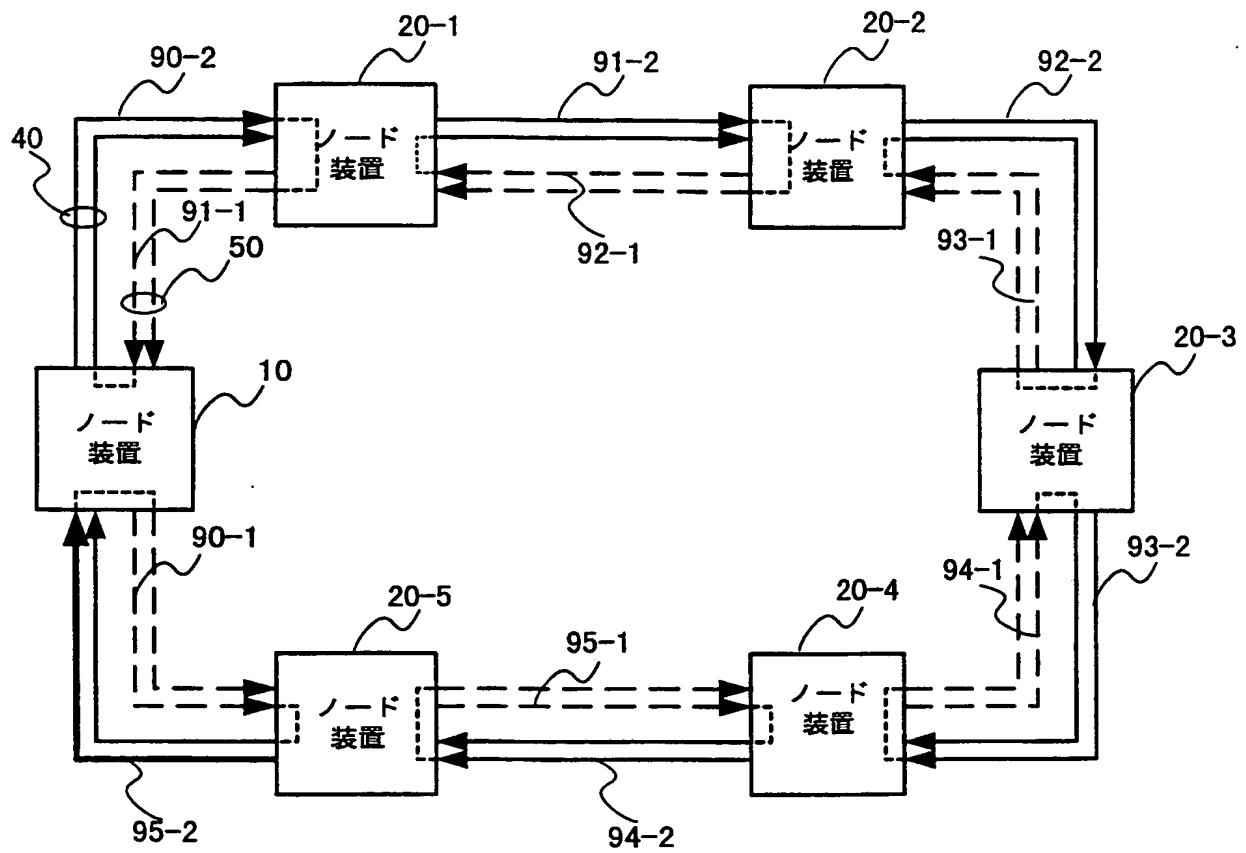


図 1 8

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

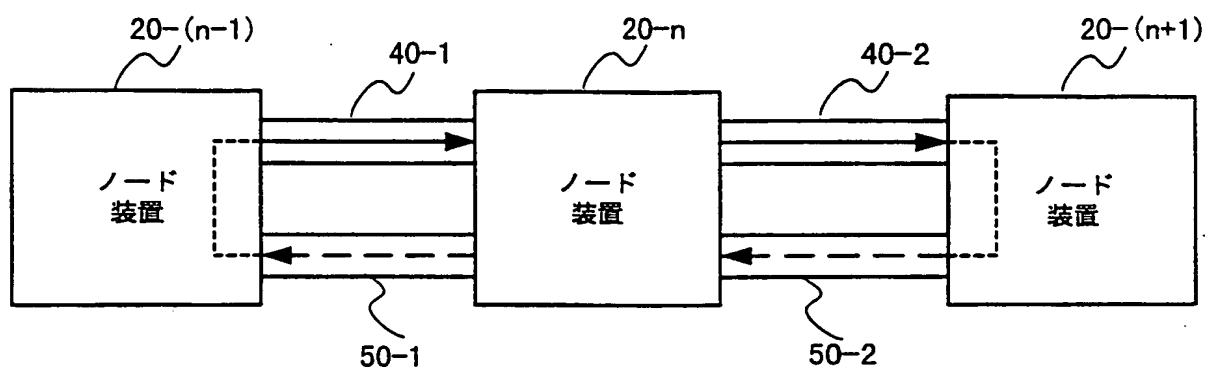


図 1 9

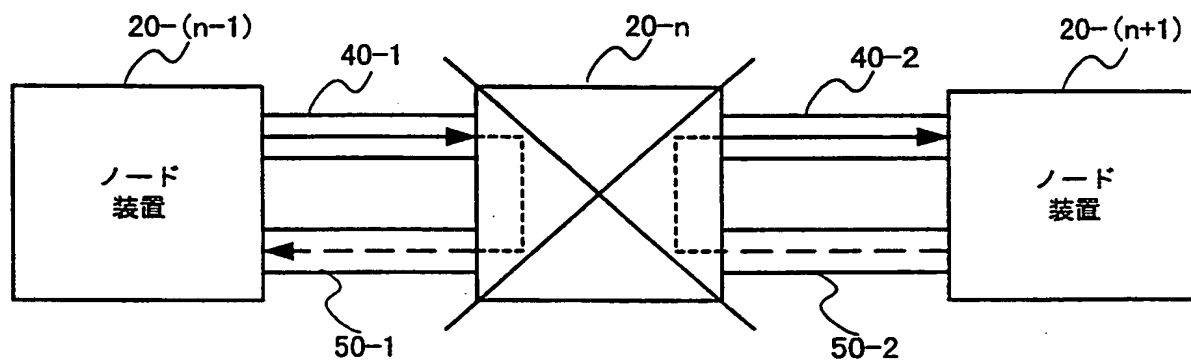


図 2 0

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

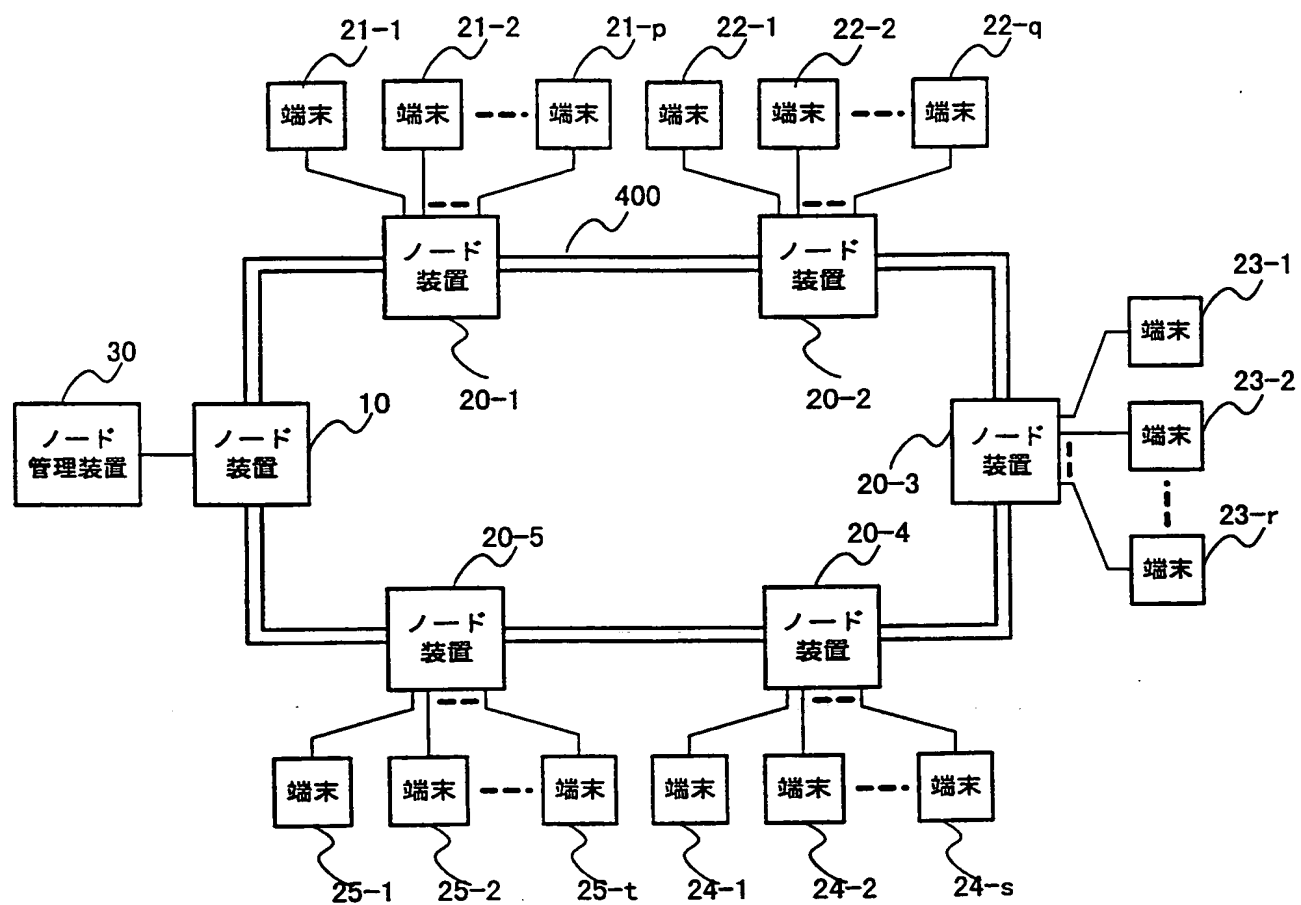


図 2 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/04341

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.C1<sup>6</sup> H04L12/437

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.C1<sup>6</sup> H04L12/437

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1998  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 5-268234, A (Nippon Telegraph & Telephone Corp.), 15 October, 1993 (15. 10. 93) & US, 5469428, A & EP, 506396, A2	1-4, 6-14, 16-20
Y	JP, 5-268234, A (Nippon Telegraph & Telephone Corp.), 15 October, 1993 (15. 10. 93) & US, 5469428, A & EP, 506396, A2	5, 15
Y	JP, 8-23342, A (NEC Corp.), 23 January, 1996 (23. 01. 96)	5, 15
A	JP, 4-14935, A (Fujitsu Ltd.), 20 January, 1992 (20. 01. 92) & US, 5307353, A & EP, 456206, A	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search  
16 December, 1998 (16. 12. 98)

Date of mailing of the international search report  
22 December, 1998 (22. 12. 98)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP98/04341

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>6</sup> H04L12/437

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>6</sup> H04L12/437

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1998年  
日本国公開実用新案公報 1971-1998年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 5-268234, A (日本電信電話株式会社), 15. 10月. 1993 (15. 10. 93), &US5469428, A, &EP, 506396, A2	1-4, 6-14, 16-20
Y	JP, 5-268234, A (日本電信電話株式会社), 15. 10月. 1993 (15. 10. 93), &US5469428, A, &EP, 506396, A2	5, 15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 12. 98

国際調査報告の発送日

22.12.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

野元 久道

5K

9184

印

電話番号 03-3581-1101 内線 3558

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 8-23342, A (日本電気株式会社), 23. 1月. 1 996 (23. 01. 96)	5, 15
A	JP, 4-14935, A (富士通株式会社), 20. 1月. 19 92 (20. 01. 92), & US 5307353, A, & EP, 456206, A	1-20